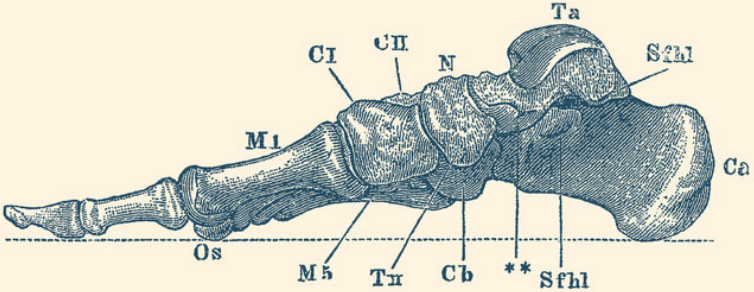
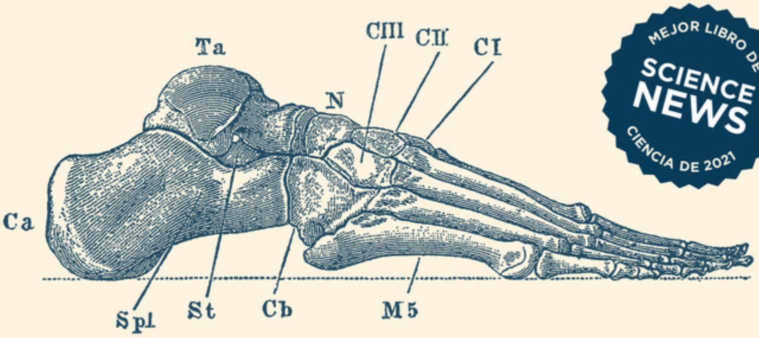
JEREMY DESILVA



Paso a PASO



MEJOR LIBRO DE SCIENCE NEWS CIENCIA DE 2021

CÓMO CAMINAR ERGUIDOS NOS HIZO HUMANOS

Capitán Swing

Paso a PASO

Cómo caminar erguidos
nos hizo humanos

JEREMY DESILVA

Traducción de

Francisco J. Ramos Mena

Capitán Swing

Nota del autor

Mientras redacto estas líneas en mi casa de Norwich, Vermont, circula una encuesta en las redes sociales en la que la gente informa de cuál es su profesión actual en comparación con lo que soñaba hacer a los seis, diez, catorce, dieciséis y dieciocho años. He aquí mis respuestas:

6 años	Científico
10 años	Jugador de béisbol (jardinero central de los Boston Red Sox)
14 años	Jugador de baloncesto (base de los Boston Celtics)
16 años	Veterinario
18 años	Astrónomo
Hoy	Paleoantropólogo

La paleoantropología es el estudio de los fósiles (*paleo*) humanos (*antropología*). Es una ciencia que se plantea algunas de las preguntas más importantes y audaces que los humanos nos hemos atrevido a formular acerca de nosotros mismos y de nuestro mundo: ¿por qué estamos aquí?, ¿por qué somos como somos?, ¿de dónde venimos?… Pero no siempre ha sido este mi camino. Ni siquiera descubrí esta ciencia hasta el año 2000.

Ese año trabajaba como educador científico en el Museo de Ciencias de Boston. Ganaba once dólares la hora, George W. Bush había sido elegido nuevo

presidente de Estados Unidos y los Red Sox habían concluido la que era su temporada número 82 desde la última vez que habían ganado un campeonato de la Serie Mundial. Mi compañera de trabajo en el museo era una brillante educadora científica con la risa más bonita y contagiosa que había oído jamás. Cuatro años después me diría que sí al pedirle que se casara conmigo.

A finales del año 2000, sin embargo, yo no pensaba en el amor, sino en una terrible pifia que se había cometido en una de las salas del museo. Entre las paredes de la exposición de los dinosaurios, *demasiado* cerca de un *Tyrannosaurus rex* de tamaño natural, había una réplica en fibra de vidrio de las huellas (pisadas) que unos antiguos humanos dejaron hace 3,6 millones de años en Laetoli, Tanzania.

Como en los juegos infantiles de animales prehistóricos, que incluyen de manera simultánea figuras de dinosaurios, mamuts lanudos y hombres de las cavernas, la colocación de aquellas huellas junto a fósiles de dinosaurios que eran *veinte veces* más antiguos podía fomentar involuntariamente la idea errónea de que los antiguos humanos y los dinosaurios coexistieron. Había que hacer algo al respecto.

Acudí a mi jefa —la gran divulgadora científica Lucy Kirshner— y ella aceptó que las antiguas huellas se expusieran en la recién reconstruida exposición de biología humana. Pero antes quería que yo fuera a la biblioteca del museo y aprendiera todo lo que pudiera sobre las huellas de Laetoli y la evolución humana. Devoré varios libros sobre el tema, y no tardé en engancharme. Como suele decirse, me había «picado el gusanillo» de los *homininos* (el término con el que designamos a los parientes y antepasados humanos extintos). El momento no podría haber sido más idóneo: en los dos años siguientes se descubrieron los miembros más antiguos del árbol genealógico humano, misteriosos antepasados simiescos con nombres como *Ardipithecus*, *Orrorin* y *Sahelanthropus*.

En julio de 2002, en una presentación celebrada en el museo, compartí el estrado con la doctora Laura MacLatchy, por entonces paleoantropóloga de la Universidad de Boston, y debatí con los fascinados asistentes las implicaciones del reciente descubrimiento en el Chad de un cráneo de hominino de siete millones de años de antigüedad. Yo sentía vértigo: allí estaba una auténtica paleoantropóloga hablando conmigo sobre el fósil humano más antiguo jamás hallado.

Para mí, los fósiles de homininos no solo revelaban las pruebas físicas de nuestra historia evolutiva humana; también contenían extraordinarias historias personales de vidas pasadas. Las huellas de Laetoli, por ejemplo, constituían una instantánea de la vida de unos seres que caminaban erguidos, respiraban,

pensaban, reían, lloraban, vivían y morían. Yo quería descubrir cómo los científicos obtenían información de aquellos antiguos huesos. Deseaba contar historias sobre nuestros antepasados que tuvieran una base empírica. Quería ser paleoantropólogo. Poco más de un año después de compartir estrado en el museo con Laura MacLatchy, inicié mis estudios de posgrado en su laboratorio de paleoantropología de la Universidad de Boston y, algo más tarde, en la Universidad de Míchigan.

En la actualidad doy clases en el Departamento de Antropología del Dartmouth College, en los bosques de Nuevo Hampshire, y viajo a África para realizar allí mis investigaciones. Durante casi dos décadas, he buscado fósiles en las cuevas de Sudáfrica y en los páramos ancestrales de Uganda y Kenia. He excavado en la antigua ceniza volcánica de Laetoli en busca de nuevas improntas de nuestros antepasados erguidos de hace millones de años. He seguido a chimpancés salvajes por su hábitat selvático. En diversos museos africanos, he examinado de cerca los fósiles de los pies y las piernas de parientes y antepasados humanos extintos. Y me he planteado muchas preguntas.

Me he preguntado por nuestros grandes cerebros, nuestra sofisticada cultura y nuestros conocimientos tecnológicos. Me he preguntado por qué hablamos. Me he preguntado por qué hace falta toda una aldea para criar a un niño, y si siempre ha sido así. Me he preguntado por qué el parto resulta tan dificultoso y a veces incluso peligroso para las mujeres. Me he preguntado por la naturaleza humana, y cómo podemos ser virtuosos en un momento dado y violentos al siguiente. Pero, sobre todo, me he preguntado por qué los humanos caminamos sobre dos piernas en lugar de desplazarnos a cuatro patas.

Al hacerlo, me he dado cuenta de que todas esas cosas sobre las que he querido indagar están conectadas, y la raíz de todo ello reside en nuestra inusual forma de desplazarnos. Nuestra locomoción bípeda fue la puerta de entrada a muchos de los rasgos únicos que nos hacen humanos. Es nuestra seña de identidad. Comprender estas conexiones requiere justamente el enfoque del mundo natural inspirado en preguntas y basado en pruebas que he adoptado desde que tenía seis años: la ciencia.

He aquí la historia de cómo caminar erguidos nos hizo humanos.

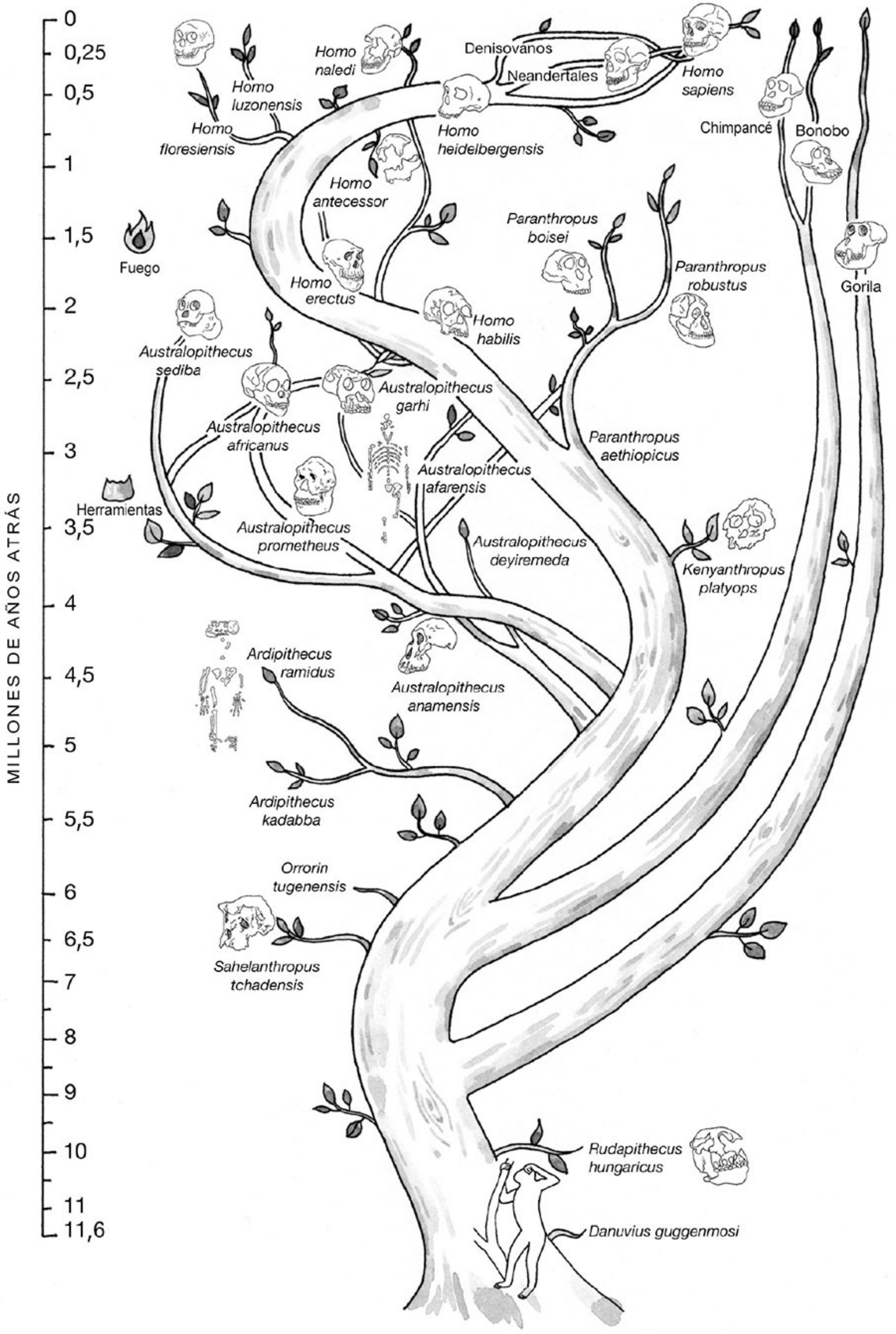
Paso a PASO

Cómo caminar erguidos nos hizo humanos

A Erin,
y por los pasos que
todavía quedan
por dar

Una interpretación del árbol genealógico humano

Los paleoantropólogos han descubierto y dado nombre a más de veinticinco clases distintas de fósiles de antepasados y parientes extintos de los humanos (homininos). En este libro, el lector tendrá ocasión de conocer a muchos de ellos, presentados aquí por sus nombres y sus fósiles más representativos. Aunque sabemos en qué época vivieron estos homininos (tal como se indica en el eje vertical rotulado «Millones de años atrás»), todavía no conocemos con certeza cómo están emparentados unos con otros. En este árbol se proponen posibles parentescos, aunque diversas pruebas fósiles y genéticas recientes han revelado que algunas partes del árbol genealógico humano forman una compleja maraña de ramas interconectadas. Los descubrimientos que se hagan en el futuro sin duda complicarán esta imagen en algunos aspectos, a la vez que la simplificarán en otros.


MILLONES DE AÑOS ATRÁS
0
0,25
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
4,5
5
5,5
6
6,5
7
8
9
10
11
11,6
Fuego
Herramientas
Homo floresiensis
Homo luzonensis
Homo naledi
Denisovanos
Neandertales
Homo sapiens
Homo heidelbergensis
Chimpancé
Bonobo
Gorila
Homo antecessor
Homo erectus
Homo habilis
Paranthropus boisei
Paranthropus robustus
Paranthropus aethiopicus
Australopithecus sediba
Australopithecus africanus
Australopithecus garhi
Australopithecus afarensis
Australopithecus prometheus
Australopithecus deyiremeda
Kenyanthropus platyops
Australopithecus anamensis
Ardipithecus ramidus
Ardipithecus kadabba
Orrorin tugenensis
Sahelanthropus tchadensis
Rudapithecus hungaricus
Danuvius guggenmosi

Introducción

«Hay una vieja historia sobre un ciempiés al que le preguntaron exactamente qué patas solía usar para echar a andar. La pregunta le cogió por sorpresa. Lo que parecía un medio de progresión perfectamente normal se convirtió en un problema absolutamente desconcertante, y ahora apenas podía moverse. Yo me enfrento a una dificultad similar cuando intento explicar no cómo camino, sino por qué».

JOHN HILLABY, explorador[1]

En 2016 se batió el récord de muertes en la cacería anual para controlar la creciente población de osos negros que campan a sus anchas por las zonas rurales y periféricas de Nueva Jersey. De los 636 ejemplares abatidos, 635 fueron despachados con solo unos pocos gritos de protesta por parte de los animalistas.[2] Pero cuando se supo que había muerto un oso en concreto, se armó un escándalo.[3]

La muerte se calificó de «asesinato». El cazador considerado responsable recibió amenazas de muerte. Algunos incluso defendían que se le persiguiera y matara también a él. Otros pedían que se le castrara. ¿A qué venía tanta furia por un oso muerto?

La razón era que el oso en cuestión caminaba sobre dos patas.

Desde 2014, los residentes de Nueva Jersey veían ocasionalmente al joven oso macho deambulando por las calles y jardines traseros de la periferia erguido sobre dos patas (una forma de locomoción que llamamos *bipedación, bipedismo* o *bipedalismo*).[4] Aunque se alimentaba a cuatro patas, una lesión le impedía apoyar el peso en las extremidades delanteras, por lo que, para desplazarse, se alzaba sobre las patas traseras y caminaba erguido.

Le llamaban Pedals (Pedales).

Nunca vi caminar a Pedals cuando estaba vivo, pero, como científico fascinado por la marcha erguida en mi propia especie, desearía haberlo hecho. Por fortuna, hay vídeos de él en YouTube. Uno de ellos tiene más de un millón de visitas en el momento de redactar estas líneas;[5] otro, más de cuatro millones.[6]

A primera vista parecía un hombre disfrazado de oso, pero en cuanto empezaba a moverse, las diferencias entre su forma de andar y la de un humano se hacían evidentes. Las patas traseras de Pedals eran mucho más cortas que mis piernas. Arrastraba los pies con pasos rápidos y cortos, manteniéndose rígido desde las caderas hasta los hombros mientras sus garras apenas rozaban el suelo. Me recordaba a una persona presa del pánico buscando desesperadamente un retrete. Pedals no podía caminar erguido durante mucho rato antes de dejarse caer a cuatro patas.

Nos sentimos especialmente atraídos por los animales cuando se comportan como nosotros. Publicamos vídeos de cabras gritando como humanos y de huskies siberianos aullando «te quiero», y nos asombramos al ver imágenes de cuervos deslizándose en «trineo» por los tejados y de chimpancés dando abrazos.[7] Todo ello nos recuerda nuestro parentesco con el resto del mundo natural. Pero lo que probablemente nos impresiona más que ningún otro comportamiento son los episodios de bipedación. Muchos animales se yerguen sobre dos patas para otear el horizonte o adoptar una pose intimidatoria, pero el ser humano es el único mamífero que camina siempre de forma bípeda. Y cuando vemos hacerlo a otro mamífero, no podemos menos que quedar hipnotizados.

En 2011 se difundió la noticia de que un macho espalda plateada de gorila de llanura llamado Ambam, que vivía en el Palacio de los Simios del Parque de Port Lympne (situado en el condado de Kent, en el Reino Unido), se desplazaba ocasionalmente sobre dos patas por su recinto;[8] no tardó en aparecer en la CBS, la NBC y la BBC. La pasión por los gorilas que andan erguidos resurgió a principios de 2018, cuando Louis, un gorila macho de gran tamaño, comenzó a caminar sobre dos patas por su recinto del Zoológico de Filadelfia porque, al decir de muchos, no le gustaba «ensuciarse las manos».[9]

La perrita Faith nació sin una de sus patas delanteras, y cuando tenía siete meses le amputaron la otra. Gracias a la dedicación de una familia que le daba golosinas para incitarla a saltar, se convirtió en una hábil perrita bípeda. Visitó a miles de soldados heridos, y apareció en el famoso programa de Oprah.[10]

En 2018 circuló por las redes sociales un vídeo de un pulpo también bípedo: utilizaba solo dos de sus patas para impulsarse por el fondo marino arenoso.[11]

Con nuestras asombradas reacciones ante la marcha erguida de osos, perros,

gorilas y hasta pulpos, revelamos cuán humano resulta este comportamiento. Cuando lo hacemos los humanos es algo normal; se podría calificar —y nunca mejor dicho— de «pedestre». Somos los únicos mamíferos bípedos de la Tierra capaces de andar a zancadas, y no sin buenas razones.

En las páginas que siguen esas razones quedarán patentes. Haremos un viaje extraordinario, que he organizado siguiendo las pautas que describo a continuación.

En la parte I investigaremos lo que nos dice el registro fósil acerca del origen de la marcha erguida en la estirpe humana. En la parte II explicaremos cómo esta fue un requisito previo para los peculiares cambios que definen a nuestra especie, desde nuestros grandes cerebros hasta la forma en que criamos a nuestros hijos, y cómo esos cambios nos permitieron expandirnos desde nuestra ancestral patria africana para poblar la Tierra. En la parte III exploraremos cómo los cambios anatómicos necesarios para caminar erguidos de forma eficiente afectan a la vida de los humanos actuales, desde nuestros primeros pasos como bebés hasta los dolores y molestias que experimentamos al envejecer. Finalmente, en la conclusión, examinaremos cómo nuestra especie logró sobrevivir y prosperar pese a los numerosos inconvenientes de desplazarse sobre dos piernas en lugar de hacerlo a cuatro patas.

Le invito, pues, estimado lector, a caminar conmigo.

---

[1] Duncan Minshull, *The Vintage Book of Walking*, Londres: Vintage, 2000, p. 1.

[2] New Jersey Division of Fish & Wildlife, «2016 Black Bear Season Harvest Information», https://nj.gov/dep/fgw/bearseas16_harvest.htm [añadimos enlaces abreviados para facilitar la consulta al lector; aquí: tinyurl.com/4atzvyc5].

[3] Daniel Bates, «EXCLUSIVE: Hunter Who Shot Pedals the Walking Bear with Crossbow Bolt to the Chest Is Given Anonymity over Death Threats», *Daily Mail*, 3 de noviembre de 2016, https://www.dailymail.co.uk/news/article-3898930/Hunter-shot-Pedals-bear-crossbow-bolt-chest-boasting-three-year-mission-given-anonymity-death-threats.html [tinyurl.com/2nyrvbzm].

[4] Optamos aquí por *bipedación*, que es la forma preferida por la RAE, aunque también es frecuente el uso de los otros dos términos. Es importante, sin embargo, no confundir bipedación con *bipedestación*, que alude simplemente al hecho de estar de pie sobre dos extremidades. (*N. del T.*).

[5] «Pedals Bipedal Bear Sighting», 22 de junio de 2016, https://www.youtube.com/watch?v=Mk-HHyGRSRw [tinyurl.com/yyfjcm3b].

[6] «New Jersey's Walking Bear Mystery Solved», 8 de agosto de 2014, https://www.youtube.com/watch?v=kcIkQaLJ9r8&t=3s [tinyurl.com/3c7rk425].

[7] Véase Frans de Waal, *Mama's Last Hug: Animal Emotions and What They Tell Us About Ourselves*, Nueva York: W.W. Norton, 2019 [trad. cast.: *El último abrazo. Las emociones de los animales y lo que nos cuentan de nosotros*, Barcelona: Planeta, 2019]. El vídeo del encuentro está en https://www.youtube.com/watch?v=INa-oOAexno [tinyurl.com/4k8ffhm2].

[8] «Gorilla Walks Upright», CBS, 28 de enero de 2011, https://www.youtube.com/watch?v=B3nhz0FBHXs [tinyurl.com/52tthpf3]. «Gorilla Strolls on Hind Legs», NBC, 27 de enero de 2011, https://www.nbcnews.com/id/wbna41292533 [tinyurl.com/398ettb3]. «Walking Gorilla Is a YouTube Hit», BBC News, 27 de enero de 2011, https://www.bbc.co.uk/news/uk-england-12303651 [tinyurl.com/2h3rjzky].

[9] «Strange Sight: Gorilla Named Louis Walks like a Human at Philadelphia Zoo», CBS News, 18 de marzo de 2018, https://www.youtube.com/watch?v=TD25aORZjmc [tinyurl.com/3yp2wwdp]. Tuve ocasión de ver a Ambam en febrero de 2019, y a Louis en octubre del mismo año. Sus cuidadores eran muy amables y buenos conocedores de los gorilas, y disfruté mucho observando a aquellos magníficos parientes nuestros. Durante las varias horas de las mañanas en que estuve observándolos, ambos gorilas caminaron apoyándose en los nudillos de un punto a otro de su recinto, y en ningún momento los vi andar sobre dos patas. Incluso los primates individuales que se sienten más cómodos desplazándose sobre las patas traseras solo lo hacen de forma ocasional.

[10] «Oprah Winfrey & Faith: The Two-Legged Dog (2006)», 9 de enero de 2018, https://www.youtube.com/watch?v=QsT0TkKyLnw [tinyurl.com/2p8stnar].

[11] «Bipedal Walking Octopus», 28 de enero de 2007, https://www.youtube.com/watch?v=E1iWzYMYyGE [tinyurl.com/bdh2fj5j].

PARTE I

El origen de la marcha erguida

Por qué la conocida secuencia de la evolución bípeda del chimpancé al humano no responde a la realidad

«Porque cuando los demás animales llevan siempre inclinada la cabeza a la tierra, [al hombre] concedió el semblante erguido, y le mandó contemplar el cielo».

OVIDIO, *Metamorfosis*, 8 d. C.[12]

---

[12] Ovidio, *Metamorfosis*, libro I, trad. de Francisco Crivell en Proyecto Gutenberg, tinyurl.com/4ux2j426.

01

Cómo caminamos

«Caminar es caer hacia delante. Cada paso que damos es una caída detenida, un desplome evitado, una catástrofe frenada. De ese modo, caminar se convierte en un acto de fe».

PAUL SALOPEK, periodista, al inicio de su viaje de diez años y treinta mil kilómetros tras las huellas de nuestros antiguos ancestros desde su africana tierra natal hasta los confines de la Tierra, diciembre de 2013[13]

Admitámoslo: los humanos somos raros. Aunque somos mamíferos, tenemos relativamente poco vello corporal. Mientras otros animales solo se comunican por diversos medios, nosotros hablamos. Otros animales resuellan, pero nosotros sudamos. Tenemos un cerebro excepcionalmente grande para el tamaño de nuestro cuerpo, y hemos desarrollado culturas complejas. Pero probablemente lo más extraño de todo sea que transitamos por el mundo alzados sobre nuestras extremidades traseras completamente extendidas.

Los registros fósiles indican que nuestros antepasados empezaron a caminar sobre dos piernas mucho antes de que desarrollaran otros rasgos exclusivamente humanos, como nuestro cerebro de gran tamaño y el lenguaje. La marcha bípeda a ras de tierra inició el peculiar camino de nuestra estirpe poco después de que nuestros simiescos antepasados se separaran del linaje de los chimpancés.

Es sabido que el propio Platón reconoció la singularidad y la importancia de caminar erguido, definiendo al ser humano como un «bípedo implume».[14] Cuenta la leyenda que a Diógenes el Cínico no le gustó aquella descripción, cogió

un gallo, lo desplumó y declaró despectivamente: «Este es el hombre de Platón». Este último respondió modificando ligeramente su definición de los humanos para añadir «con uñas anchas», pero se mantuvo en sus trece con respecto a la parte bípeda.

Desde entonces la bipedación se ha hecho un hueco en nuestras palabras, expresiones y entretenimientos.[15] Pensemos en las numerosas formas como describimos nuestra manera de caminar: decimos que paseamos, damos zancadas, andamos con paso lento y cansino, pateamos las calles, vagamos ociosos, deambulamos con aire despreocupado, arrastramos los pies, caminamos de puntillas, trotamos, trastabillamos, renqueamos, avanzamos a trompicones, andamos a paso ligero, a saltitos o pavoneándonos. La literatura nos habla de caballeros andantes, mientras que calificamos a los genios de enciclopedias ambulantes. Asimismo, para humanizar a los personajes de los dibujos animados, se los suele representar erguidos y caminando sobre dos piernas: Mickey Mouse, Bugs Bunny, Goofy, Snoopy, Winnie the Pooh, Bob Esponja o Brian, el perro de *Padre de familia,* se yerguen todos ellos sobre sus extremidades traseras.

A lo largo de su vida, un ciudadano medio sin discapacidad da unos 150 millones de pasos, suficientes para dar tres vueltas a la Tierra.[16]

Pero ¿qué es la bipedación? Y ¿cómo funciona?

Los investigadores suelen definir la marcha bípeda como una «caída controlada». Cuando levantamos una pierna, la gravedad toma el control y nos empuja hacia delante y hacia abajo. Obviamente, no queremos caernos de bruces, así que frenamos la caída extendiendo la otra pierna hacia delante y apoyando el pie en el suelo. En ese momento nuestro cuerpo está físicamente más bajo de lo que estaba al iniciar el movimiento, así que tenemos que alzarnos de nuevo. Los músculos de las pantorrillas se contraen y elevan el centro de gravedad de nuestro cuerpo. Entonces levantamos la otra pierna, la balanceamos hacia delante y volvemos a caer. Como escribió el primatólogo John Napier en 1967: «La marcha humana es una actividad única durante la cual el cuerpo, paso a paso, se tambalea al borde de la catástrofe».[17]

La próxima vez que observe a una persona de perfil mientras camina, fíjese en cómo la cabeza se hunde y luego se eleva con cada paso que da. Este patrón «ondulatorio» es característico de nuestra peculiar forma de andar estilo caída controlada.

Obviamente, caminar no es algo tan tosco ni tan sencillo. Para ponernos técnicos por un momento, digamos que, cuando elevamos nuestro centro de masas contrayendo los músculos de las piernas, almacenamos energía potencial. Cuando la gravedad toma el relevo y nos empuja hacia delante, convierte la

energía potencial almacenada en energía cinética, o movimiento. Al aprovechar la gravedad ahorramos el 65 por ciento de la energía que emplearíamos en caso contrario.[18] Así, alternando entre energía potencial y cinética, es justamente como funcionan los péndulos. Podemos concebir la ambulación humana de manera similar: como una especie de péndulo invertido, algo parecido a un metrónomo.

Pero ¿acaso se diferencia esto en algo de la forma de caminar de otros animales cuando se yerguen sobre sus patas traseras? Pues resulta que sí.

Cuando era estudiante de doctorado, pasé un mes observando a los chimpancés salvajes del Parque Nacional de la Selva de Kibale, en el suroeste de Uganda. Allí conocí a Berg. Era un macho de gran tamaño de la comunidad de chimpancés Ngogo, que contaba con unos ciento cincuenta miembros, un grupo de simios inusualmente grande. Él era uno de los de mayor tamaño, tenía el pelo de la cabeza algo ralo y el pelaje negro salpicado de manchas grises en la parte baja de la espalda y en las pantorrillas. Berg no era un macho de alto rango, pero de vez en cuando experimentaba un subidón de testosterona, se le erizaba el pelo y emitía una estruendosa llamada que resonaba por toda la selva. Cuando hacía eso, lo mejor para cualquier humano era apartarse de su camino.

Berg cogía una rama del suelo o la arrancaba de un árbol cercano, se erguía y caminaba por el sotobosque con solo dos patas. Pero no se movía como yo lo hago. Lejos de ello, mantenía las rodillas flexionadas y la espalda encorvada, de manera similar a esa cómica forma de andar medio en cuclillas a la que recurría Groucho en *Un día en las carreras* y otras películas de los hermanos Marx. Incapaz de mantener el equilibrio sobre una sola pierna, Berg oscilaba de un lado a otro mientras recorría torpemente la selva. Era una forma de desplazarse enérgicamente costosa, y no tardaba en cansarse, cayendo a cuatro patas tras una docena de pasos.

Los humanos, en cambio, no andamos agachados. Nos erguimos con las piernas extendidas y la espalda recta. Nuestros cuádriceps no tienen que hacer tanto trabajo como los de un chimpancé cuando camina con las patas dobladas, y los músculos situados a ambos lados de la cadera nos permiten mantener el equilibrio sobre una sola pierna sin caernos. Caminamos con más garbo y mucha más eficiencia energética que Berg.

Pero ¿por qué se produjeron esos cambios en nuestra anatomía? ¿Por qué evolucionó esta inusual forma de locomoción?

Empecemos nuestro viaje examinando la bipedación en el ser humano más rápido del planeta. En 2009, el velocista jamaicano Usain Bolt estableció el récord mundial masculino de los cien metros lisos en 9,58 segundos[19]. Entre los

60 y los 80 metros mantuvo una velocidad máxima de casi 45 kilómetros por hora durante aproximadamente 1,5 segundos. Sin embargo, en comparación con otros mamíferos del reino animal, este relámpago humano resulta ser patéticamente lento.

Los guepardos, los mamíferos terrestres más veloces, pueden superar los cien kilómetros por hora.[20] Los guepardos no suelen cazar humanos, pero los leones y los leopardos, que ocasionalmente lo hacen, pueden llegar a alcanzar entre sesenta y ochenta kilómetros por hora. Incluso sus presas, como las cebras y los antílopes, pueden escapar de sus potentes mandíbulas a velocidades de entre ochenta y noventa kilómetros por hora. En otras palabras: actualmente en África la carrera armamentística entre depredadores y presas se libra nada menos que en torno a los ochenta kilómetros por hora. Así de rápido corren la mayoría de los depredadores, y así de rápido intentan escapar de ellos la mayoría de las presas. Salvo nosotros.

Usain Bolt no solo no podría huir de un leopardo, sino que ni siquiera podría atrapar un conejo. El más rápido de nosotros corre a la *mitad* de la velocidad de un antílope. Al desplazarnos sobre dos piernas, en lugar de hacerlo a cuatro patas, hemos perdido la capacidad de galopar, lo que nos hace excepcionalmente lentos y vulnerables.

La bipedación también hace que nuestro andar resulte un tanto inestable. A veces no controlamos en absoluto nuestra elegante «caída controlada». En Estados Unidos, por ejemplo, según los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, más de 35.000 personas mueren cada año por caídas, casi la misma cifra de las que fallecen en accidentes de tráfico.[21] Pero pregúntese cuándo fue la última vez que vio a un animal de cuatro patas —una ardilla, un perro o un gato— tropezar y caerse.

Ser lento e inestable parece una fórmula infalible para la extinción, sobre todo teniendo en cuenta que nuestros antepasados compartían el paisaje con los grandes, veloces y hambrientos ancestros de los leones, leopardos y hienas actuales. Sin embargo, aquí estamos, de manera que seguramente la bipedación debe de tener ventajas que contrarresten sus costes. El gran director de cine Stanley Kubrick creía saber cuáles eran.

En la película de Kubrick *2001: Una odisea del espacio*, estrenada en 1968, un grupo de simios peludos se reúne en torno a un abrevadero en una árida sabana africana. Uno de ellos observa curioso un largo hueso tirado en el suelo. Lo coge, lo sostiene como si fuera un garrote y golpea suavemente los otros huesos esparcidos a su alrededor. Suenan los primeros compases de *Así habló Zaratustra*,

el poema sinfónico compuesto por Richard Strauss en 1896. Trompas: *chan, chaan, chaaan, TA-CHAN*. Bombo: *bum-bum, bum-bum, bum-bum, bum*… El simio se imagina empuñando el hueso como una herramienta; una herramienta para matar. La peluda bestia se alza sobre sus patas traseras y golpea el arma contra el suelo, destrozando huesos y aporreando simbólicamente a una presa, o a un enemigo, hasta la muerte. Así imaginó Kubrick el albor de la humanidad. Él y su coguionista Arthur C. Clarke dramatizaban lo que por entonces era un modelo teórico ampliamente aceptado sobre los orígenes humanos y el comienzo de la marcha erguida.

Este modelo sigue presente entre nosotros, y casi con toda seguridad es erróneo. Postula que la bipedación evolucionó en un paisaje de sabana de forma que liberó las manos para llevar armas. Afirma que los humanos son, y siempre han sido, violentos. Tales ideas se remontan a Darwin.

El origen de las especies (1859), de Charles Darwin, es uno de los libros más influyentes jamás escritos. Darwin no *inventó* la evolución: los naturalistas llevaban décadas hablando de la mutabilidad de las especies. Su gran aportación consistió en presentar un mecanismo verificable para explicar *cómo* las poblaciones habían cambiado y siguen cambiando con el tiempo. Llamó a este mecanismo «selección natural», aunque la mayoría lo conocemos como la «supervivencia de los más aptos». Más de ciento cincuenta años después, existen abundantes evidencias de que la selección natural es un potente motor del cambio evolutivo.

Casi desde un primer momento, los escépticos pusieron el grito en el cielo ante la insinuación de que los seres humanos descendían de los simios,[22] pero lo cierto es que, en *El origen*, Darwin no había escrito casi nada sobre la evolución de su propia especie. Se limitó a escribir en la penúltima página del libro que «se proyectará mucha luz sobre el origen del hombre y sobre su historia».[23]

Sin embargo, Darwin pensaba de hecho en los seres humanos. Doce años después, en *El origen del hombre* (1871), postuló que los humanos poseen diversos rasgos característicos interrelacionados. Afirmó que somos los únicos primates que utilizan herramientas. Hoy sabemos que se equivocaba, pero todavía faltaban noventa años para que Jane Goodall observara que los chimpancés del Parque Nacional Gombe Stream, en Tanzania, fabricaban y empleaban herramientas como nosotros. Sin embargo, Darwin acertó al plantear que los humanos somos los únicos primates completamente bípedos y que tenemos unos dientes caninos, o colmillos, inusualmente pequeños.

Para Darwin, estos tres atributos humanos —uso de herramientas, bipedación y caninos de pequeño tamaño— guardaban una relación. Tal como él lo veía,

unos individuos que se desplazaban sobre dos piernas podían liberar las manos para usar herramientas. Gracias a estas, ya no necesitaban grandes caninos para competir con sus rivales. Y en última instancia —pensó—, este conjunto de cambios condujo a un aumento del tamaño del cerebro.

Pero Darwin trabajaba con una desventaja. No tenía acceso a testimonios de primera mano sobre el comportamiento de los simios salvajes, ya que este tipo de datos no empezarían a llegar hasta un siglo después. Además, en 1871 no se conocía ni un solo fósil humano primitivo procedente del continente africano, el lugar de origen de nuestra estirpe tal como lo concebimos hoy, y tal como predijo el propio Darwin hace siglo y medio.[24] Los únicos fósiles humanos premodernos que Darwin conocía eran unos pocos huesos de neandertales de Alemania que algunos estudiosos de la época identificaron erróneamente como ejemplares de *Homo sapiens* enfermos.[25]

Sin la ventaja de disponer de un registro fósil ni de observaciones precisas del comportamiento de nuestros parientes primates vivos más cercanos, Darwin hizo todo lo que estaba en su mano para postular una hipótesis científica verificable acerca de por qué los humanos caminamos sobre dos piernas.

Los datos necesarios para contrastar su idea empezaron a aflorar en 1924, cuando un joven profesor australiano llamado Raymond Dart,[26] un experto en el estudio del cerebro que trabajaba en la Universidad del Witwatersrand, en Sudáfrica, consiguió una caja de rocas de una explotación minera próxima a la población de Taung, a casi quinientos kilómetros al suroeste de Johannesburgo. Al abrir la caja, observó que una de las rocas contenía el cráneo fosilizado de un primate joven. Dart utilizó las agujas de tejer de su mujer para extraer el cráneo de la piedra caliza que lo rodeaba. Cuando lo hizo, vio que el cráneo pertenecía de hecho a un extraño tipo de primate. Para empezar, el Niño de Taung —como pasaría a conocerse— tenía unos diminutos dientes caninos muy distintos de los de los babuinos y los simios. Pero las verdaderas pistas sobre su naturaleza se ocultaban en el cerebro fosilizado del niño.

El foco principal de mi investigación son los huesos de los pies y las piernas de nuestros antepasados, pero tanto desde un punto de vista histórico como estético, ningún otro fósil puede compararse al cráneo del Niño de Taung. En 2007 viajé a la ciudad sudafricana de Johannesburgo para poder examinarlo. El conservador encargado de su custodia es mi amigo Bernhard Zipfel, un antiguo podólogo reconvertido en paleoantropólogo cuando se hartó «de arreglarle los juanetes a la gente». Una mañana, sacó una pequeña cajita de madera de una cámara acorazada.[27] Era la misma caja que había utilizado Dart para guardar su preciado Niño de Taung casi un siglo antes. Zipfel sacó con cuidado el cerebro

fosilizado y lo puso en mis manos.

Tras la muerte de este pequeño hominino, el cerebro se descompuso y el barro llenó el cráneo. Con el paso de los milenios, el sedimento se endureció hasta convertirse en lo que se conoce como un *endomolde*, una réplica del cerebro. Este reproduce fielmente el tamaño y la forma del cerebro original, e incluso conserva detalles de los pliegues, las fisuras y las arterias craneales externas. Su nivel de detalle anatómico es exquisito. Le di la vuelta con cuidado para descubrir una gruesa capa de brillante calcita, que reflejaba la luz como si fuera una geoda y no un antiguo fósil humano. No esperaba que el Niño de Taung fuera tan hermoso.

La conservación de los pliegues y fisuras del cerebro supuso un extraordinario golpe de suerte, porque Dart conocía la anatomía cerebral como nadie en el mundo; al fin y al cabo, era neuroanatomista. Sus estudios revelaron que el cerebro del Niño de Taung tenía aproximadamente el tamaño del de un simio adulto, pero la disposición de sus lóbulos era más parecida al de un ser humano.

El endomolde encajaba perfectamente, como una pieza de rompecabezas, en la parte posterior del cráneo. Le di la vuelta poco a poco para observar las cuencas oculares de aquel niño de 2,5 millones de años, aprovechando que era el momento que más cerca había podido estar de ver a un antiguo hominino cara a cara.[28] Cuando giré el cráneo para examinar la parte inferior, vi lo que Dart había observado en 1924. El foramen magno —el orificio por el que pasa la médula espinal— estaba situado directamente bajo el cráneo, como en los humanos. Cuando vivía, el pequeño Taung sostenía su cabeza sobre una columna vertebral vertical.

En otras palabras, Taung era bípedo. En 1925, Dart anunció que el cráneo fosilizado pertenecía a una especie completamente nueva para la ciencia. La llamó *Australopithecus africanus*,[29] que significa «mono del sur de África». Con ello seguía la forma tradicional en que los científicos clasifican y nombran a los animales por género y especie. Los perros domésticos, por ejemplo, son todos ellos miembros de una misma especie, pero también forman parte de un grupo mayor —o «género»— de animales emparentados, como los lobos, coyotes y chacales; a su vez, todos los miembros de este género forman parte de un grupo aún mayor y con un parentesco más distante —o «familia»—, que incluye a los perros salvajes, los zorros y muchas especies de carnívoros extintos parecidos a los lobos.

Nosotros y nuestros antepasados estamos clasificados de la misma manera. Los humanos modernos pertenecemos todos a la misma especie, pero también

somos los únicos supervivientes de un género que antaño incluía a otros grupos humanoides, como los neandertales. Nuestro género, *Homo*, que surgió hace unos 2,5 millones de años, evolucionó a partir de una especie que formaba parte de otro género llamado *Australopithecus*. A su vez, todos los miembros de los géneros *Homo* y *Australopithecus* (estos últimos conocidos también como australopitecos) son *homínidos*, nombre de una familia de animales emparentados que incluye a muchos de los grandes simios existentes y extintos, como los chimpancés, los bonobos y los gorilas.

Los nombres científicos de los animales están formados por el género seguido de la especie. Por ejemplo, el de los humanos es *Homo sapiens*, y el de los perros, *Canis familiaris*. Siguiendo este patrón, pues, se clasificó al Niño de Taung como *Australopithecus africanus*.

Pero más importante que el nombre que le dio fue la interpretación que hizo Dart de este fósil, en cuanto postuló que no se trataba de un chimpancé o un gorila ancestral, sino de un pariente extinto de los humanos.

Mientras la comunidad científica debatía la importancia del descubrimiento de Taung, otro paleontólogo sudafricano, Robert Broom, buscaba más fósiles de australopitecos en unas cuevas situadas al noroeste de Johannesburgo, en una zona conocida hoy como la Cuna de la Humanidad. En la década de 1930 y finales de la de 1940 utilizó dinamita para volar las duras paredes de las cuevas, y luego rebuscó entre los escombros los restos de nuestros antepasados. Actualmente todavía hay grandes pilas de escombros —muchos de ellos con restos fósiles— en las entradas de las cuevas. Se conocen coloquialmente como «pilas de Broom».[30]

Aunque hoy en día los paleoantropólogos se avergüenzan de su tosca metodología, Broom descubrió docenas de fósiles de dos tipos de homininos distintos. Uno de ellos, al que denominó *Paranthropus robustus*, tenía grandes dientes y unas inserciones óseas correspondientes a enormes músculos masticatorios. El otro, una versión más esbelta, con dientes y músculos masticatorios más pequeños, parecía encajar con el *Australopithecus africanus* de Dart.

En un conjunto de cuevas conocido como Sterkfontein, Broom recuperó los fósiles de una columna vertebral, una pelvis y dos huesos de rodilla que demostraban que *Australopithecus africanus* caminaba sobre dos piernas. Hoy sabemos, por las técnicas de datación radiométrica del uranio atrapado en la piedra caliza de la cueva, que estos fósiles tienen entre 2,0 y 2,6 millones de años de antigüedad.[31]

Mientras tanto, Dart excavaba en busca de fósiles en una cueva de

Makapansgat, en la zona nororiental de la Cuna de la Humanidad. Allí descubrió un pequeño número de antiguos fósiles humanos que consideró lo bastante distintos de su preciado Niño de Taung para bautizarlos como una nueva especie. Llamó al hominino de Makapansgat *Australopithecus prometheus* en honor a Prometeo, el titán griego responsable de llevar el fuego a la humanidad, porque muchos de los huesos fosilizados de animales que descubrió junto a los fósiles humanos estaban carbonizados y parecía que los hubieran quemado deliberadamente.[32]

Además, Dart descubrió un peculiar patrón de daños en aquellos fósiles animales: se habían partido a trozos. Había huesos de patas de grandes antílopes rotos de tal forma que parecían puñales afilados, y mandíbulas partidas de un modo que hacía fácil imaginar que podrían haberse utilizado como herramientas de corte. Dart encontró también cuernos de antílope que podían esgrimirse y usarse como armas. Dispersos por toda la cueva de Makapansgat había decenas de cráneos de antílopes y babuinos destrozados, aparentemente víctimas de violentos encuentros con australopitecos.

En 1949, Dart publicó sus hallazgos, al tiempo que postulaba que los australopitecos habían desarrollado una cultura propia a la que acabaría llamando *osteodontoquerática*, un término basado en la combinación de tres palabras griegas que significan respectivamente «hueso», «diente» y «cuerno».[33] Partiendo de las ideas de Darwin, argumentó que los inventores de esta cultura utilizaban aquellas armas tanto para atacar a otros animales como para atacarse mutuamente.

Antes de incorporarse al cuerpo docente de la Universidad del Witwatersrand, Dart había sido médico del Ejército australiano. Había pasado gran parte de 1918 en Inglaterra y Francia, donde vivió el último año de la Primera Guerra Mundial.[34] Probablemente había atendido a soldados con heridas de bala y los pulmones quemados debido a la exposición al gas mostaza. Dos décadas después, solo pudo presenciar impotente cómo el mundo que le rodeaba estallaba de nuevo en llamas. Así, no es de extrañar que, tras presenciar dos guerras mundiales, Dart razonara que los humanos debían de tener un origen violento y creyera haber encontrado la prueba de ello en Makapansgat.

Más tarde, el escritor Robert Ardrey popularizó las ideas de Dart sobre la violencia humana y el origen de la marcha erguida en su éxito de ventas internacional *Génesis en África*, publicado en 1961.[35] Solo siete años después, los hombres mono de Kubrick destrozaban huesos al son de *Así habló Zaratustra* de Strauss. Phillip Tobias, antiguo alumno de Dart, incluso estuvo en el plató de *2001*, asesorando a humanos disfrazados de simios para que actuaran como

violentos australopitecos.[36]

Mientras tanto, discretamente, en un laboratorio del Museo Nacional Ditsong de Historia Natural de Pretoria, la capital administrativa de Sudáfrica, las ideas de Dart se iban desbaratando poco a poco.

Charles Kimberlin *Bob* Brain era un joven científico con una exquisita atención a los detalles. En la década de 1960 reexaminó algunas de las «herramientas» de Dart y descubrió que se asemejaban a otros huesos que habían sido dañados o partidos de forma natural por las potentes mandíbulas de leopardos y hienas. Parecía que Dart había interpretado erróneamente aquellos fósiles, y no habían sido destrozados deliberadamente por primitivos humanos.

Asimismo, los huesos de animales quemados resultaron haber sido calcinados por un incendio forestal antes de que una tormenta los arrastrara hasta la cueva de Makapansgat, donde luego se fosilizaron. Al final, pues, el *Australopithecus prometheus* de Dart no era el portador del fuego. Los científicos tampoco pudieron encontrar suficientes diferencias anatómicas entre los australopitecos *prometheus* y *africanus*[37] para justificar que se los considerara dos especies distintas, por lo que finalmente el primero pasó a quedar integrado en el segundo.[38]

Mientras tanto, Brain reanudó las excavaciones iniciadas años antes por Broom en una cueva llamada Swartkrans, en la Cuna de la Humanidad. Allí descubrió un fragmento de cráneo de un joven australopiteco al que catalogó como SK 54.[39]

Unos días después de ver al Niño de Taung, visité el museo Ditsong de Pretoria para estudiar los fósiles de la cueva de Swartkrans.[40] La responsable de las colecciones, Stephany Potze,[41] me condujo a la Sala Broom,[42] un pequeño espacio con una alfombra roja y las paredes revestidas de vitrinas con algunos de los fósiles humanos más importantes jamás descubiertos. La sala parece una pintoresca tienda de antigüedades.

Una vez allí, Potze puso el SK 54 en mis manos. Es un fósil fino y delicado, de color marrón claro, con alguna que otra mancha negra de manganeso. De inmediato me llamaron la atención dos agujeros circulares situados en la parte posterior del cráneo y separados entre sí unos dos centímetros y medio. Por dentro, el hueso está retorcido como si lo hubiera perforado un abrelatas.

Potze me alargó entonces la mandíbula inferior de un antiguo leopardo recuperada también en Swartkrans.[43]

—¡Adelante! —me indicó.

Como han hecho muchos otros antes que yo, coloqué con cuidado los colmillos del leopardo sobre los orificios de la parte posterior del cráneo de SK 54. Encajaban a la perfección.

Aquellos antepasados nuestros no eran cazadores; eran presas.[44]

En las últimas décadas se han descubierto multitud de fósiles humanos primitivos con huellas de mordeduras de antiguos leopardos, tigres dientes de sable, hienas y cocodrilos. Un nuevo análisis del Niño de Taung reveló que el famoso descubrimiento de Dart tiene marcas de garras en las cuencas de los ojos. Un ave rapaz, probablemente un águila coronada, debió de arrancarlo del suelo y llevárselo para luego comérselo.

Como ocurre a menudo en la ciencia, hasta las ideas más elegantes y aceptadas se quedan en nada ante las evidencias más recientes. Aunque todavía persiste en la cultura popular, el «hombre cazador», que necesitaba las manos libres para usar herramientas y esgrimir armas, ya no explica nuestros orígenes bípedos.

Entonces, ¿por qué evolucionó esta extraña forma de locomoción?

Algunos estudiosos dudan que podamos llegar a saberlo.[45] El hecho de que seamos el único mamífero que camina erguido hace que el misterio resulte especialmente difícil de resolver, pero también lo hace más fascinante aún.

Veamos por qué.

Muchos animales nadan, desde los tiburones y las truchas hasta los calamares y los delfines. Incluso reptiles extintos como los llamados ictiosaurios lo hacían. Sin embargo, entre todos esos animales no existe un estrecho parentesco, ni mucho menos. Un delfín, por ejemplo, está más emparentado con nosotros —con usted, lector, y conmigo— que con las otras especies que acabo de mencionar, mientras que los ictiosaurios estaban más cerca de los actuales halcones que de los peces. Y, sin embargo, sus formas corporales resultan asombrosamente similares.

¿Por qué? Pues porque resulta que hay una «manera ideal» de nadar. Los antepasados de los tiburones, ictiosaurios y delfines con las formas corporales más adecuadas para desplazarse por el agua nadaban más deprisa, comían más peces y tenían más descendencia. ¿Cómo es posible que unos animales acuáticos no emparentados entre sí tuvieran formas tan similares? Porque la selección natural propició la evolución de múltiples variantes de cuerpos hidrodinámicos, la mejor solución para desplazarse rápidamente en el agua.

Esto es algo que ha ocurrido una y otra vez en la naturaleza. Por ejemplo, los murciélagos, los pájaros y las mariposas «inventaron» todos ellos las alas. Las neurotoxinas para envenenar a las presas evolucionaron de forma independiente en serpientes, escorpiones y anémonas de mar. Los científicos llaman a esto «evolución convergente».

¿Puede la evolución convergente ayudarnos a explicar la bipedación? Si nos

basamos solo en los mamíferos que viven actualmente, la respuesta es no, porque nosotros somos los únicos de entre ellos que caminan de ese modo. Si otros mamíferos caminaran regularmente sobre dos patas, podríamos estudiarlos para averiguar cómo la bipedación les ayuda a sobrevivir: ¿les facilita la obtención de alimentos?; ¿les proporcionó alguna ventaja en los hábitats en los que viven desde hace largo tiempo?; ¿podría haber sido algún tipo de estrategia de apareamiento? Responder a estas preguntas en unos hipotéticos mamíferos bípedos nos proporcionaría algunas pistas importantes acerca de por qué los antiguos humanos desarrollaron esta forma de locomoción. Pero como no tenemos otros mamíferos que caminen erguidos a los que estudiar, resulta especialmente difícil separar las hipótesis razonables de las descabelladas.

Tal vez debamos remontarnos, pues, al pasado, a la época de los dinosaurios. Al hacerlo, descubriremos que después de todo la bipedación no resulta ser tan rara.

---

[13] Paul Salopek, «To Walk the World: Part One», diciembre de 2013, https://www.nationalgeographic.com/magazine/2013/12/out-of-eden [tinyurl.com/3j2utmyn].

[14] Diógenes Laercio, *Vidas, opiniones y sentencias de los filósofos más ilustres*, libro VI, cap. 2, trad. de José Ortiz y Sanz, tinyurl.com/ys3hfxkz («animal de dos pies sin plumas» en esta traducción).

[15] He descubierto que muchos autores suelen enumerar los distintos términos y expresiones con los que describimos nuestra forma de andar. Pueden encontrarse distintas variantes de la lista en Rebecca Solnit, *Wanderlust: A History of Walking*, Nueva York: Penguin Books, 2000 [trad. cast.: *Wanderlust. Una historia del caminar*, Madrid: Capitán Swing, 2020]; Antonia Malchik, *A Walking Life*, Nueva York: Da Capo Press, 2019, p. 4; Geoff Nicholson, *Lost Art of Walking*, Nueva York: Riverhead Books, 2008, pp. 17, 21-22; Joseph Amato, *On Foot: A History of Walking*, Nueva York: NYU Press, 2004, p. 6; o Robert Manning y Martha Manning, *Walks of a Lifetime*, Falcon Guides, 2017.

[16] En el caso concreto de Estados Unidos, por ejemplo, el ciudadano medio sin discapacidad da algo más de 5.000 pasos al día y tiene una esperanza de vida de 79 años, lo que significa que la mayoría de los estadounidenses dan unos 150 millones de pasos. Se dan alrededor de 1.250 pasos por kilómetro, lo que resulta en unos 120.000 kilómetros. Dado que la circunferencia de la Tierra es de unos 40.000 kilómetros, esto equivale a 3 vueltas alrededor de nuestro planeta.

[17] John Napier, «The Antiquity of Human Walking», *Scientific American*, vol. 216, n.º 4 (abril de 1967), pp. 56-66.

[18] Timothy M. Griffin, Neil A. Tolani y Rodger Kram, «Walking in Simulated Reduced Gravity: Mechanical Energy Fluctuations and Exchange», *Journal of Applied*

Physiology, vol. 86, n.º 1 (1999), pp. 383-390.

[19] Dan Quarrell, «How Fast Does Usain Bolt Run in mph/km per Hour? Is He the Fastest Recorded Human Ever? 100m Record?», Eurosport.com, https://www.eurosport.com/athletics/how-fast-does-usain-bolt-run-in-mph-km-per-hour-is-he-the-fastest-recorded-human-ever-100m-record_sto5988142/story.shtml [tinyurl.com/mv2bhfv2].

[20] A menudo se dice que los guepardos pueden superar los ciento diez kilómetros por hora, pero el guepardo más rápido cuya velocidad se ha medido hasta la fecha corrió a ciento tres. Véase N. C. C. Sharp, «Timed Running Speed of a Cheetah (*Acinonyx jubatus*)», *Journal of Zoology*, vol. 241, n.º 3 (1997), pp. 493-494.

[21] «Accidents or Unintentional Injuries», Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics, 20 de enero de 2017, https://www.cdc.gov/nchs/fastats/accidental-injury.htm [tinyurl.com/mr467w55].

[22] Los humanos somos simios. Más exactamente, somos miembros de una familia de primates de gran tamaño, frugívoros y sin cola conocidos como *hominoideos* u *hominoides*, que incluye también a los gorilas, chimpancés, bonobos, orangutanes y gibones, y a los que, para simplificar, es habitual referirse simplemente como *simios*. Sin embargo, resulta útil usar términos distintos para referirnos a nosotros (*humano*) y a los hominoideos no humanos (*simio*). Así pues, aunque soy consciente de que de hecho somos simios, en este libro utilizo la palabra *simio* como sinónimo de «hominoideo no humano» y, cuando la empleo, me refiero estrictamente a los chimpancés, gorilas, bonobos, orangutanes o gibones.

[23] En este libro utilizo la palabra *hombre* cuando reproduzco una cita directa, como en esta frase de *El origen de las especies*, de Darwin, o cuando me refiero a varones propiamente dichos. Pero no es esta una palabra útil ni inclusiva para describir a toda la humanidad. La antropóloga Sally Linton Slocum escribió: «Una teoría que excluye a la mitad de la especie humana no es equilibrada» («Woman the Gatherer: Male Bias in Anthropology», en Rayna R. Reiter [ed.], *Toward an Anthropology of Women*, Nueva York: Monthly Review Press, 1975). Una palabra que hace lo mismo resulta igualmente problemática.

[24] Charles Darwin escribió en la p. 199 de *El origen del hombre*: «Es algo más probable que nuestros primeros progenitores habitaran el continente africano antes que otro lugar». Y a continuación añadió: «Pero es inútil especular sobre el tema».

[25] En 1864, William King, profesor de Geología en Irlanda, dio nombre a una nueva especie humana extinta basándose en un esqueleto parcial hallado en la cueva de Feldhof, en el valle de Neander (o *Neanderthal*), Alemania. La llamó *Homo neanderthalensis*, hombre de Neandertal. También se habían encontrado fósiles de neandertales en Bélgica y en Gibraltar. En 1864, Darwin incluso llegó a tener en sus manos el neandertal de Gibraltar, pero no supo apreciar su importancia. También se conocían los fósiles de *Homo sapiens* de Cromañón, descubiertos en 1868.

[26] Véanse Raymond Dart, *Adventures with the Missing Link*, Nueva York: Harper & Brothers, 1959, y Lydia Pyne, *Seven Skeletons*, Nueva York: Viking, 2016 [trad. cast.: *Siete esqueletos. Los fósiles más famosos de la humanidad*, México: Crítica, 2017], para conocer más detalles sobre el trasfondo del descubrimiento de Dart. De forma resumida, la única alumna de Dart, Josephine Salmons, vio un cráneo de babuino en posesión de un amigo de la familia, un tal E. G. Izod. Este era el director de la Northern Lime Company, que había estado excavando en la cantera de Buxton Limeworks, en la población sudafricana de Taung. Las versiones de la historia difieren en cuanto a si el cráneo fósil estaba en la repisa de su chimenea o se utilizaba como pisapapeles en su escritorio. Sea como fuere, Salmons le llevó el fósil a Dart, que quedó cautivado y se puso en contacto con Izod para pedirle que le entregaran más fósiles de la cantera para estudiarlos. Dart recuerda en su libro que las cajas que contenían el Niño de Taung llegaron un día en que iba vestido de esmoquin y hacía de anfitrión en la boda de un amigo.

[27] En 1931, Dart llevó al Niño de Taung a Londres para que allí pudieran estudiarlo los paleoantropólogos. Un día le dio la caja (con el Niño de Taung dentro) a su mujer, Dora, para que la llevara a su apartamento. Pero ella se la dejó olvidada en un taxi. La caja pasó gran parte del día dando vueltas por Londres, hasta que el taxista se percató de su presencia, la abrió y comprobó sorprendido que contenía el cráneo de un niño, así que la llevó de inmediato a la policía. Para entonces Dora ya se había dado cuenta de que la caja había desaparecido y decidió acudir a la policía londinense, donde pudo recuperar el irremplazable fósil. ¡Por los pelos!

[28] No se sabe a ciencia cierta la edad geológica de Taung. McKee (1993) calcula que tiene entre 2,6 y 2,8 millones de años de antigüedad; más recientemente, Kuhn *et al.* (2016) sitúan la cifra entre 2,58 y 3,03 millones de años. Jeffrey K. McKee, «Faunal Dating of the Taung Hominid Fossil Deposit», *Journal of Human Evolution*, vol. 25, n.º 5 (1993), pp. 363-376. Brian F. Kuhn *et al.*, «Renewed Investigations at Taung; 90 Years After the Discovery of *Australopithecus africanus*», *Palaeontologica africana*, 51 (2016), pp. 10-26.

[29] Raymond A. Dart, «*Australopithecus africanus*: The Man-Ape of South Africa», *Nature*, 115 (1925), pp. 195-199.

[30] En inglés hay un juego de palabras, dado que *broom* significa también «escoba». (*N. del T.*).

[31] Robyn Pickering y Jan D. Kramers, «Reappraisal of the Stratigraphy and Determination of New U-Pb Dates for the Sterkfontein Hominin Site, South Africa», *Journal of Human Evolution*, vol. 59, n.º 1 (2010), pp. 70-86.

[32] Raymond A. Dart, «The Makapansgat Proto-human *Australopithecus prometheus*», *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 6, n.º 3 (1948), pp. 259-284.

[33] Raymond A. Dart, «The Predatory Implemental Technique of *Australopithecus*», *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 7, n.º 1 (1949), pp. 1-38. El término *osteodontoquerático* se acuñó en 1957.

[34] Dart trabajó como oficial médico en el Royal Prince Alfred Hospital de Sídney antes de ser ascendido a capitán del cuerpo médico del Ejército australiano (1918-1919). Aunque conjeturo que Dart pudo haber sido testigo de los efectos de la guerra, nunca presenció directamente ninguna acción de combate ni tampoco escribió nada que yo haya podido encontrar sobre sus experiencias durante la Primera Guerra Mundial. Véase Phillip V. Tobias, «Dart, Raymond Arthur (1893-1988)», *Australian Dictionary of Biography*, vol. 17 (2007).

[35] Robert Ardrey, *African Genesis*, Nueva York: Atheneum, 1961 [trad. cast.: *Génesis en África. La evolución y el origen del hombre*, Barcelona: Hispano Europea, 1969].

[36] Phillip Tobias tendría una larga y célebre carrera, permaneciendo en activo hasta su muerte, en 2012. Excavó en Sterkfontein, colaboró con Louis Leakey en la denominación de *Homo habilis*, y formó a Lee Berger, que en los capítulos 7 y 9 de este libro adquiere una gran importancia. Tobias luchó contra el régimen del *apartheid* desde dentro de la propia Sudáfrica, hablando en diversos mítines de protesta en favor de la igualdad de trato de todos los sudafricanos. Cuando le conocí, Tobias, que era un hombre menudo, había encogido unos centímetros más y caminaba con ayuda de un bastón. Era sabio y amable. Pensé en él como el Yoda de la paleoantropología.

[37] La forma apropiada de referirse al nombre científico de una especie es escribir el género con inicial mayúscula, la especie en minúscula, y todo ello en cursiva; así, por ejemplo, los humanos somos *Homo sapiens*, y el Niño de Taung, *Australopithecus africanus*. Para evitar repetir el género una y otra vez, la forma correcta de abreviar el nombre sería escribir solo la inicial del género y a continuación la especie; de este modo, nuestro nombre sería *H. sapiens*, y el del Niño de Taung, *A. africanus*. Sin embargo, en este libro me he tomado la libertad de abreviar aún más los nombres de las especies y omitir el género por completo, refiriéndome a ellas simplemente como *africanus*, *afarensis* o *sapiens*. Científicamente eso no es correcto, pero me parece justificado saltarse las reglas de la nomenclatura taxonómica en aras de la legibilidad.

[38] John T. Robinson, «The Genera and Species of the Australopithecinae», *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 12, n.º 2 (1954), pp. 181-200. Basándose en el esqueleto parcial StW 573, apodado Piececito, Ron Clarke ha resucitado la especie *Australopithecus prometheus*. Sin embargo, esta decisión resulta controvertida, y deja abierta la cuestión de si los fósiles de Sterkfontein y Makapansgat representan una única especie variable, o hay dos especies distintas de australopitecos en la muestra. Véase Ronald J. Clarke, «Excavation, Reconstruction and Taphonomy of the StW 573 *Australopithecus prometheus* Skeleton from Sterkfontein Caves, South Africa», *Journal of Human Evolution*, vol. 127 (2019), pp. 41-53; Ronald J. Clarke y Kathleen Kuman, «The Skull of StW 573, a 3.67 Ma *Australopithecus prometheus* Skeleton from Sterkfontein Caves, South Africa», *Journal of Human Evolution*, vol. 134 (2019), 102634.

[39] Charles K. Brain, «New Finds at the Swartkrans Australopithecine Site», *Nature*, 225 (1970), pp. 1.112-1.119.

[40] En la época de mi visita aún se llamaba Museo del Transvaal. El Transvaal fue el nombre de la provincia sudafricana que incluía Pretoria (la capital administrativa) y Johannesburgo desde 1910 hasta 1994. Con la caída del régimen del *apartheid*, parte de la provincia pasó a denominarse Gauteng, que significa «lugar de oro» en lengua sesoto. A su vez, en 2010 el museo pasó a llamarse Ditsong, una palabra setsuana que significa «lugar de patrimonio».

[41] Desde 2016, Stephany Potze ya no está en el Museo Nacional Ditsong de Historia Natural de Pretoria; actualmente es la jefa de laboratorio del Museo y los Pozos de Asfalto de La Brea, en la ciudad californiana de Los Ángeles.

[42] SK 48 es un pesado cráneo de *Paranthropus robustus* con incrustaciones calcáreas hallado en Swartkrans por Broom y J. T. Robinson en 1949. Entre otros fósiles, la sala alberga también el Sts 5 (apodado Sra. Ples), descubierto en Sterkfontein por Broom y Robinson en 1947, y uno de los cráneos mejor conservados de *Australopithecus africanus* adulto.

[43] La mandíbula está catalogada como SK 349.

[44] Charles K. Brain, *The Hunters or the Hunted? An Introduction to African Cave Taphonomy*, Chicago: University of Chicago Press, 1981. Véase también Donna Hart y Robert W. Sussman, *Man the Hunted: Primates, Predators, and Human Evolution*, Nueva York: Basic Books, 2005.

[45] El mejor ejemplo de ello puede encontrarse en Matt Carmill, «Human Uniqueness and Theoretical Content in Paleoanthropology», *International Journal of Primatology*, 11 (1990), pp. 173-192.

02

El tiranosaurio, el Carnicero de Carolina y los primeros bípedos

«¡Cuatro patas sí; dos patas mejor! ¡Cuatro patas sí; dos patas mejor! ¡Cuatro patas sí; dos patas mejor!»

Las ovejas de *Rebelión en la granja*, de George Orwell, 1945[46]

De niño, solía ver las reposiciones de la serie de televisión *Tierra de los perdidos* en compañía de mis hermanos. Había unos bichos que siempre me asustaban: los llamados *sleestaks*, criaturas reptilianas que hablaban en siseos y siempre intentaban secuestrar a alguno de los protagonistas, los miembros de la familia Marshall. Eran muy altos, tenían unos ojos estrafalariamente grandes y caminaban erguidos. Uno de los *sleestaks* lo encarnaba un joven llamado Bill Laimbeer, lo que explica tanto su extraordinaria estatura como, quizá, por qué yo los odiaba: Laimbeer medía más de dos metros y jugaba al baloncesto profesional en los Detroit Pistons, mientras que yo era aficionado a un equipo rival, los Boston Celtics.

Tierra de los perdidos era, obviamente, mera ficción. Pero no los reptiles bípedos.

Mientras los Juegos Olímpicos de Invierno celebrados en Pieonchang en 2018 se acercaban a su conclusión, unos científicos surcoreanos anunciaron el descubrimiento de un asombroso rastro de huellas de un lagarto que corrió erguido hace 120 millones de años.[47] Tal vez para escapar de un depredador, el lagarto se alzó sobre dos patas y atravesó corriendo una marisma, dejando la

impronta de su locomoción bípeda. La marisma se endureció bajo el sol intenso y luego quedó enterrada bajo años de sedimentos. Con el tiempo, el levantamiento geológico y la erosión acabaron sacando a la luz aquel momento de la vida del antiguo lagarto, y, por fortuna, los científicos lo descubrieron antes de que las huellas se deshicieran.

Aunque no es muy frecuente encontrar rastros de pisadas antiguas, el descubrimiento de un lagarto bípedo no debería sorprendernos. Aún hoy, el basilisco, un lagarto que vive en América Central y del Sur, puede levantarse sobre sus patas traseras y salir corriendo para ponerse a salvo. Este pequeño lagarto corre tan deprisa que incluso atraviesa pequeñas extensiones de agua en su bípeda carrera. Eso explica uno de los nombres con los que se lo conoce: lagarto Jesucristo.

Otros descubrimientos dejan claro que desde hace largo tiempo existen veloces reptiles capaces de desplazarse sobre dos patas. Hace veinte años, un grupo de paleontólogos de la Universidad de Toronto descubrieron el esqueleto de un pequeño reptil bípedo conservado en unos antiguos pantanos fosilizados de Alemania central. Lo llamaron *Eudibamus cursoris*, que puede traducirse como «corredor original sobre dos patas». Sus largas patas y sus articulaciones en forma de bisagra son las pistas que nos indican que este animal extinto era bípedo.

Sorprendentemente, *Eudibamus* es un animal muy antiguo. Vivió hace unos 290 millones de años, no mucho después del origen de los reptiles propiamente dichos y decenas de millones de años antes de que evolucionaran los primeros dinosaurios, lo que lo convierte en uno de los animales más antiguos conocidos en la historia de la Tierra que se desplazaban sobre dos patas en lugar de cuatro. [48] Aunque este pequeño y veloz reptil podía escapar de sus depredadores corriendo sobre sus patas traseras, como hace hoy el lagarto Jesucristo, *Eudibamus* resultó ser un callejón sin salida evolutivo.

En otras palabras: el primer linaje bípedo terrestre conocido fue un fracaso. Se extinguió sin dejar descendientes modernos. Pero la edad de oro de la bipedación estaba a la vuelta de la esquina.

Fuera, al otro lado de mi ventana, un pequeño animalito bípedo salta por el verdeante césped primaveral en busca de lombrices. Es adorable. No, no me refiero a mi hija, sino a una hembra de mirlo americano. Salta por el césped de un lugar a otro, clavando de vez en cuando el pico en la tierra para cazar una lombriz. Cuando algo la asusta, utiliza sus extremidades delanteras, recubiertas de plumas, para volar hasta un árbol cercano.

Todas las aves, desde los mirlos y las águilas hasta los avestruces y los

pingüinos, son bípedas. ¿Cuándo evolucionaron las aves hacia la bipedación? ¿Y por qué lo hicieron? Puede que entender la bipedación de las aves pueda ayudarnos a entender la marcha erguida en los humanos.

Uno de los métodos que utilizan los científicos para comprender los orígenes evolutivos de un rasgo concreto de una determinada especie es examinar la anatomía de otros parientes cercanos, buscando similitudes y diferencias. Eso es algo que hacemos constantemente cuando investigamos sobre nosotros, los humanos, comparándonos con nuestros parientes primates. Pero ¿quiénes son los parientes vivos más cercanos de las aves? La respuesta a esta pregunta es tan inequívoca como chocante.

Mediante el estudio de la anatomía y el ADN de las aves, los científicos han confirmado que nuestras emplumadas amigas se hallan estrechamente emparentadas con los cocodrílidos: cocodrilos, aligátores y caimanes.[49] El ADN y los fósiles pueden revelar no solo qué animales están estrechamente emparentados, sino cuándo fue la última vez que compartieron un antepasado común. Por ejemplo, el antepasado común de los humanos y los chimpancés vivió hace tan solo seis millones de años. Pero el último antepasado común de todas las aves y cocodrílidos vivió hace mucho más tiempo: más de 250 millones de años.

Kirk Cameron, la estrella adolescente de la serie estadounidense *Los problemas crecen*, emitida en la década de 1980, aparece en un vídeo en internet en el que presenta la relación genética entre las aves y los cocodrilos como prueba de que la evolución es un ficticio cuento de hadas: «¿Esto es lo que los evolucionistas han estado buscando…, el *cocopato*?».[50]

Pero la evolución no funciona como imagina Cameron. El último ancestro común de dos animales cualesquiera no es un híbrido de dos formas existentes al estilo de *La isla del doctor Moreau*. Lejos de ello, suele tratarse de una forma más inespecífica a partir de la cual evolucionaron los animales modernos, más especializados, que fueron cambiando de forma independiente a lo largo del tiempo conforme se adaptaban a sus respectivos entornos concretos.

El último antepasado común de las aves y los cocodrilos no fue un *cocopato*, sino un grupo de animales llamados *arcosaurios*. Lo sabemos porque nos dejaron fósiles. Los fósiles de los arcosaurios más antiguos se encuentran en rocas datadas hace entre 245 y 270 millones de años, en una época conocida como Triásico inferior o temprano. Algunos arcosaurios se alimentaban de plantas; otros comían pequeños reptiles y protomamíferos primitivos que superficialmente se asemejaban a lagartos peludos. Algunos eran diminutos; otros eran enormes. Uno de ellos, *Postosuchus*, que el visitante de un museo podría confundir fácilmente con un *Tyrannosaurus rex* en miniatura, era ocasionalmente bípedo.

Los arcosaurios no eran dinosaurios; todavía no. Hace unos 245 millones de años, por razones que aún resultan un tanto confusas, el linaje de los arcosaurios se dividió y evolucionaron dos formas dominantes. Con el tiempo, una de ellas daría lugar a los cocodrilos y caimanes actuales; de la otra surgirían los dinosaurios y, más tarde, las aves.

En la base de ambos linajes había animales bípedos.

En 2015, Lindsay Zanno, del Museo de Ciencias Naturales de Carolina del Norte, describió los restos de un cocodrílido del Triásico descubierto en unos sedimentos de 230 millones de años de antigüedad situados justo al oeste de Raleigh, la capital del estado. Lo llamó *Carnufex carolinensis*, el «Carnicero de Carolina».[51] Medía casi tres metros, tenía la boca llena de dientes afilados como cuchillas, y a veces se desplazaba sobre dos patas. A menudo pensamos en los cocodrilos como fósiles vivientes, como si no hubieran cambiado nada desde la época de los dinosaurios. Sin embargo, a diferencia de los cocodrilos actuales, más bien lentos y desgarbados, los primeros antepasados de los cocodrílidos eran animales ligeros y veloces, capaces de mantener una postura erguida e incluso de desplazarse de vez en cuando de forma bípeda.[52]

El laboratorio de paleontología de Zanno se encuentra en la segunda planta del Centro de Investigación de la Naturaleza, en el centro de Raleigh. Construido en 2012, se trata de una moderna instalación diseñada para involucrar a los ciudadanos en el proceso de la ciencia. Detrás de un panel de cristal, a la vista de los visitantes, no solo hay fósiles, sino que también se puede observar a los paleontólogos que los descubren y estudian. Un cráneo de *Triceratops* ocupa el centro del laboratorio, esperando a que alguien lo saque de su capa protectora de yeso y lo limpie. La atmósfera se llena del zumbido de las plumas de aire con las que se retira lentamente la tierra antigua adherida a los huesos mineralizados de animales hace largo tiempo extintos.

—Siempre quise ser paleontóloga —me dijo Zanno.

En primaria, tenía gomas de borrar en forma de dinosaurios que ordenaba meticulosamente en su escritorio. Le apasionaba la ciencia, pero no creía que estudiar a los dinosaurios fuera una opción profesional realista, de modo que inicialmente se matriculó como estudiante de preparatorio de Medicina en un colegio universitario.

Fue entonces cuando leyó *From Lucy to Language*, de Donald Johanson, el descubridor del célebre fósil humano primitivo al que se daría en llamar Lucy. Zanno volvió a engancharse a los fósiles, pero no se sentía incentivada a dedicarse al campo de la paleontología humana.

—En aquel momento era evidente que había más investigadores que fósiles —me explicó.

En su lugar, Zanno había optado por dedicarse a la paleontología de vertebrados, el mundo de los dinosaurios y sus parientes, y nunca se ha arrepentido de ello.

Sacó los fósiles de *Carnufex* de un armario y los depositó con cuidado sobre una almohadilla acolchada. Los fósiles, de 230 millones de años de antigüedad, tenían un color anaranjado claro. Los fragmentos del cráneo parecían especialmente finos y delicados. Zanno los ensambló, revelando una cabeza del tamaño de la de un aligátor adulto. Luego sacó el hueso del brazo que había encontrado junto al cráneo. Era diminuto. Al tener un brazo tan pequeño, Zanno pensaba que *Carnufex* podría haberse desplazado ocasionalmente sobre dos patas, y que quizá incluso tenía la flexibilidad necesaria para alternar entre el cuadrupedalismo (la locomoción a cuatro patas) y el bipedalismo. Pero, como ella misma me señaló, aún no se habían encontrado huesos de las patas traseras que pudieran confirmarlo. Una forma de sortear la falta de información es comparar a *Carnufex* con otros arcosaurios similares a los cocodrilos que vivieron en torno a la misma época. En Texas y Nuevo México se han descubierto antiguos parientes de los cocodrilos con nombres como *Poposaurus*, *Shuvosaurus* y *Effigia*. Estas primitivas bestias también tenían cabezas grandes y brazos pequeños, y los fósiles más completos que se han preservado revelan que estaban dotados asimismo de largas y fuertes patas traseras. Por la forma de bisagra de las articulaciones de los tobillos y sus grandes talones, los investigadores pueden deducir que todos ellos se desplazaban de forma bípeda.[53]

El Carnicero de Carolina se descubrió en una cantera de roca situada al sur de la población de Moncure, en el condado de Chatham, Carolina del Norte. Allí, durante el Triásico, la lutolita expuesta a altos niveles de oxígeno atmosférico oxidó las rocas, tiñéndolas de rojo y naranja. Actualmente se arrancan del suelo y se convierten en ladrillos, destruyendo así los fósiles conservados en los sedimentos. Estos fósiles habían sobrevivido a todo lo que la Tierra les había echado encima durante 230 millones de años. Hasta ahora. A veces, los trabajadores de las canteras solo dan a los científicos unos días de margen antes de pulverizar los huesos con su maquinaria pesada. Para los paleontólogos, pues, se trata de una autentica operación de salvamento.

Una soleada tarde de marzo, crucé el puente de Deep River por la antigua Ruta 1 y entré en el condado de Chatham. En un tramo de menos de doce kilómetros hay nada menos que seis iglesias, cuatro de ellas baptistas. Florecían los narcisos, y las calles, con pequeñas casas unifamiliares, estaban flanqueadas

de cornejos en flor, uno de los símbolos del estado. Muchas de estas casas se han construido con ladrillos de lutolita del Triásico y, sin duda, algunos de esos ladrillos contienen fósiles.

Pero hace 230 millones de años, cuando un monstruo caminaba por estos lares, el paisaje tenía un aspecto muy distinto. No había cornejos, puesto que aún no habían evolucionado las plantas con flores, como tampoco las hierbas que hoy suelen flanquear los caminos. En su lugar, la vida vegetal estaba dominada por musgos y helechos. A los antiguos antepasados de los pinos de hoja larga se unían unos enormes parientes de tronco grueso y quince metros de altura de los diminutos licopodios actuales. No había basura en las cunetas; ni coches; ni gente. Y ningún lugar donde ir a rezar si te tropezabas con el Carnicero de Carolina.

A primera vista parecería que un cocodrilo bípedo podría haber sido un éxito evolutivo, pero al final la bipedación no fue la forma de locomoción preferida en el linaje de los cocodrílidos. En su lugar, estos reptiles evolucionaron gradualmente hacia el cuadrupedalismo. Es posible que la bipedación ocasional ayudara al Carnicero de Carolina, pero fueron sus parientes cocodrílidos que prefirieron desplazarse a cuatro patas los que sobrevivieron a la prueba del tiempo, tal vez porque estaban mejor adaptados para cazar al acecho en masas de agua poco profundas.

Una vez más, la bipedación fue un fracaso.

Si seguimos el otro camino en la ya mencionada bifurcación de los arcosaurios, acabamos llegando a las aves modernas. En la base de este linaje se encuentran los primeros arcosaurios similares a dinosaurios y los primeros dinosaurios propiamente dichos. Lejos de desplazarse lenta y pesadamente a cuatro patas como *Stegosaurus*, estos primeros dinosaurios se alzaban sobre sus patas traseras y corrían a toda velocidad como lo haría otro dinosaurio posterior, *Velociraptor*. Es decir, eran bípedos.

Como en el caso de los cocodrilos, para muchos linajes de dinosaurios la bipedación no tuvo éxito como forma de locomoción y, en su lugar, la evolución favoreció una y otra vez el cuadrupedalismo. Pensemos, por ejemplo, en géneros como *Brontosaurus* (brontosaurio), con su largo cuello, y *Triceratops*, con sus característicos cuernos. Sin embargo, hubo un linaje de dinosaurios que mantuvo la postura y la locomoción bípedas. El temible *Allosaurus* patrulló el Jurásico sobre dos patas, mientras que el tiranosaurio, *Tyrannosaurus rex*, dominó el Cretáceo. Ambos eran máquinas de matar bípedas.

Zanno no solo encuentra fósiles de antiguos cocodrilos. Pasa los veranos

excavando en los sedimentos cretácicos del oeste estadounidense en busca de los antepasados del tiranosaurio y de sus parientes bípedos, conocidos como *Therizinosaurus*. En los dinosaurios, la bipedación liberó a los brazos de las responsabilidades del desplazamiento y, cuando esto ocurrió, la evolución creó una extraordinaria variedad.

Mi hijo, que es amante de los dinosaurios, tiene una pegatina en la puerta de su cuarto con un dibujo de un tiranosaurio. Debajo, un texto reza: «Si eres feliz y lo sabes, aplaude así…, ¡vaya!». Los pequeños bracitos del tiranosaurio son el blanco de muchas bromas sobre dinosaurios, y los investigadores han estado debatiendo acerca de si cumplían alguna función.[54] Pero los brazos del tiranosaurio parecen los de Arnold Schwarzenegger en comparación con los del pobre *Carnotaurus*, que dan la impresión de que alguien, jugando con una versión para dinosaurios de Mr. Potato Head, hubiera puesto una cabeza de tiranosaurio sobre unas patas bípedas y le hubiera añadido unos cuernos, pero se hubiera olvidado por completo de los brazos. Al parecer, la atrofia era una de las opciones que tenía la evolución para diseñar los brazos de los dinosaurios bípedos.

Abriendo la pantalla de su ordenador, Zanno me dijo:

—Mira todas las cosas asombrosas que pueden ocurrir con los brazos de los dinosaurios bípedos.

Me mostró una reconstrucción de *Alvarezsaurus*, un insectívoro especializado en alimentarse de termitas cuyos huesos de las manos se fusionaron para formar un par de grandes garras excavadoras. Y de *Deinocheirus*, un dinosaurio bípedo que desarrolló unos enormes brazos de casi dos metros y medio de largo con tres largas garras en el extremo. Pese a las intimidantes extremidades anteriores que dieron a la especie su nombre, que significa «mano horrible» en griego, probablemente esta bestia era herbívora, y presumiblemente utilizaba las garras para arrastrar ramas hacia su desdentado pico. Zanno me enseñó asimismo una reconstrucción de *Therizinosaurus*, que, como *Deinocheirus*, tenía unos brazos enormes, pero esta vez dotados de garras largas y aplanadas. También tenía una abultada panza, y es posible que se sentara para comer.

—El peor bípedo que he visto nunca —me comentó.

Therizinosaurus probablemente poseía otro rasgo común de muchos otros terópodos bípedos, como *Velociraptor* y *Oviraptor*: plumas. Una vez liberados del trabajo de la locomoción, los brazos podían utilizarse para toda una variedad de cosas distintas: podían usarse para recolectar alimentos; podrían emplearse como ornamentación para ayudar a atraer a una pareja… *Oviraptor* probablemente utilizaba sus brazos emplumados para proteger los huevos de su nido. También es

probable que las plumas mantuvieran el calor corporal de otros dinosaurios. Con el tiempo, las plumas se aprovecharon para planear y, más tarde, para el vuelo propulsado. Hace 66 millones de años se extinguieron la mayoría de los dinosaurios, pero algunos de ellos, bípedos y emplumados, sobrevivieron.

Los dinosaurios nos dicen al menos una cosa sobre nosotros: la bipedación libera a los brazos de soportar peso, y cuando eso ocurre, pueden evolucionar diversas innovaciones. En las aves, obviamente, los brazos —convertidos en alas— siguen utilizándose principalmente para la locomoción, el vuelo. Pero hay algunas de ellas, como los emúes, avestruces, ñandúes y casuarios, que no usan las alas para desplazarse: son aves no voladoras que, en cambio, utilizan las patas. Como los humanos, son bípedos que caminan a zancadas; pero, a diferencia de nosotros, son muy veloces.

Los avestruces pueden correr a más de sesenta kilómetros por hora, mientras que los humanos más rápidos tienen suerte si logran alcanzar brevemente la mitad de esa velocidad. Estas grandes aves no tienen músculos en los pies ni en los tobillos; solo largos tendones que se estiran, almacenan energía elástica, y luego saltan como un resorte propulsándolas hacia delante. Sus músculos están situados más arriba, a la altura de las caderas, como un metrónomo con el peso alejado del extremo oscilante. Gracias a esa estructura anatómica, estas aves pueden balancear muy deprisa las patas, al estilo del correcaminos. Aunque los humanos tenemos los tendones de los pies y las piernas más largos que los simios, también tenemos las piernas y los pies mucho más musculosos que los emúes y los avestruces. Por eso no podemos balancearlos con tanta rapidez.

Los pies de los humanos y los de los avestruces también difieren en otro aspecto importante. Los talones humanos tocan el suelo: caminamos «a golpe de talón». Pero las grandes aves no voladoras lo hacen «de puntillas», apoyándose en los dedos y manteniendo los talones elevados. Esto convierte sus pies en una especie de resorte. Algunas personas creen que las rodillas de las aves se doblan hacia atrás. No es así: la articulación que vemos en la ubicación aproximada de la rodilla humana es en realidad el tobillo, que en las aves se sitúa más arriba, pero se dobla exactamente de la misma forma que en nuestro caso.

¿Por qué la anatomía de las aves es tan distinta de la de los humanos si ambos animales caminan sobre dos patas? Por una sencilla razón: porque la evolución solo puede trabajar a partir de estructuras preexistentes. No hemos sido creados de la nada. Somos simios modificados y, en comparación con el linaje de las aves, aún llevamos muy poco tiempo siendo bípedos.

Hace solo unos millones de años nuestros antepasados todavía trepaban a los árboles con unos pies prensiles y musculosos bien adaptados para asirse a los

troncos y las ramas. Las aves son eslabones vivientes de una cadena ininterrumpida de animales bípedos cuyo origen se remonta al menos a 245 millones de años atrás. En términos evolutivos, han llegado a dominar la bipedación. Nosotros, en cambio, somos torpes novatos.

La marcha erguida ha evolucionado en numerosos linajes distintos, desde los antiguos lagartos y cocodrilos hasta el tiranosaurio y las aves. Pero ¿tienen todos ellos algo en común que pueda ayudarnos a resolver el misterio de por qué caminamos sobre dos piernas?

En todos los casos, ya se trate del basilisco o del *Velociraptor*, la bipedación parece estar estrechamente relacionada con la velocidad. Incluso las cucarachas se alzan y corren sobre dos patas cuando se asustan. ¿Desarrollaron los humanos primitivos la bipedación para ganar velocidad? Está claro que la respuesta es no. Un chimpancé corriendo a cuatro patas alcanza fácilmente la misma velocidad que los velocistas olímpicos que llevan años entrenándose. El mono más veloz, el patas africano, ganaría el oro olímpico de los cien metros lisos con tiempo de sobra, pero no es bípedo. Desarrollamos la bipedación a pesar de la velocidad, no gracias a ella.

Pero ¿por qué la bipedación hace lentos a los humanos mientras que a *Velociraptor* lo hizo más veloz? La respuesta está en la cola.

Un grupo de investigadores de la Universidad de Alberta descubrieron que las grandes colas de los dinosaurios contribuían a su velocidad.[55] Los potentes músculos de la cola de los dinosaurios bípedos se unían a los de sus patas traseras, proporcionándoles un impulso adicional. Recuerde la postura de los astutos *Velociraptor* de *Parque Jurásico* o el esqueleto del tiranosaurio que corría por las salas en *Noche en el museo*.[56] Flexionaban la cola, inclinaban la cabeza hacia delante, y salían disparados.

La relación entre la cola y la bipedación en los mamíferos resulta algo más complicada. Obviamente, los humanos no tenemos cola, ni tampoco ninguno de los simios. La ausencia de cola es justamente uno de los rasgos que definen a la familia de los simios u hominoideos, que, como ya hemos mencionado antes, constituyen un grupo de primates emparentados formado por gibones, orangutanes, gorilas, chimpancés, bonobos y humanos. La próxima vez que visite un zoo, piénselo dos veces antes de referirse al chimpancé, al gorila o al orangután como un «mono». Los monos suelen tener cola; los simios no.

Todos los simios pueden desplazarse con una postura corporal erguida —lo que se conoce como postura *ortógrada*— y pueden colgarse de los brazos. Los monos normalmente no pueden hacerlo.[57] De modo que el término con el que nos referimos coloquialmente a esas estructuras de los parques infantiles de las

que se cuelgan los niños, «barras de monos», debería reemplazare en realidad por «barras de simios». Los gibones se cuelgan y se columpian bajo las ramas, los orangutanes se desplazan erguidos por los árboles, y los simios africanos suben y bajan por los troncos de los árboles como si fueran postes de bomberos. En los humanos, la postura ortógrada, esa capacidad de erguirse, se manifiesta en nuestra forma de andar: la bipedación erguida.

Es obvio que no se necesita cola para ser bípedo. La mayoría de los mamíferos tienen cola, pero no lo son. La explicación parece ser que sus antepasados perdieron sus poderosas colas y, o bien desarrollaron apéndices más pequeños, como los de los roedores, o bien, como en el caso de los primeros mamíferos que excavaban sus madrigueras a la sombra de los dinosaurios, prescindieron de la cola por completo.

De hecho, una cola robusta incluso podría impedir a los mamíferos desplazarse sobre dos patas con cierta soltura. Para ver por qué, tenemos que viajar al quinto continente.

Hace entre cincuenta mil y setenta mil años, grupos de *Homo sapiens* expandieron su territorio más allá del continente africano y se adentraron en Eurasia. Avanzaron hacia el este y, con el tiempo llegaron al archipiélago indonesio. Por entonces el planeta atravesaba una era glacial, y aunque el frío no llegaba a la Indonesia ecuatorial, sí se notaban sus efectos. Parte del agua del océano quedó atrapada en los casquetes polares, acrecentados por la glaciación. Bajó el nivel del mar, y las «islas» de Indonesia quedaron unidas en una única península que los científicos llaman hoy Sondalandia. Aun así, por bajo que estuviera el nivel del mar, los humanos necesitaron rudimentarias embarcaciones y cierta dosis de curiosidad y aventura para seguir avanzando hacia el sureste, saltando de isla en isla hacia la gran masa terrestre más cercana: Australia.[58]

Cuando desembarcaron, se encontraron en un mundo lleno de bípedos. Había decenas de millones de grandes emúes no voladores que corrían sobre dos patas, y probablemente un número aún mayor de canguros. Pese a ser bípedos, estos últimos no se desplazan como nosotros ni como los emúes: lo hacen a saltos. Para ellos, esta es una forma muy eficaz de locomoción que aprovecha la energía elástica almacenada en los largos tendones de sus patas. De hecho, pueden alcanzar velocidades de más de sesenta kilómetros por hora.[59]

Sin embargo, cuando los humanos llegaron por primera vez a Australia, no solo encontraron canguros saltarines: también hallaron canguros *andantes*. Los huesos de algunos de estos animales han recorrido una gran distancia, viajando desde Australia hasta Nueva York.

El Museo Americano de Historia Natural de Nueva York es una auténtica delicia para los entusiastas de la ciencia: en el vestíbulo se reproduce una emocionante escena en la que una mamá *Barosaurus* se alza sobre sus patas traseras para defender a su cría de un hambriento *Allosaurus*; el Planetario Hayden logra hacer comprensible el desplazamiento hacia el rojo de las galaxias; y podría pasarme todo el día tumbado bajo la reproducción de tamaño natural de la ballena azul. Pero lo que pocos visitantes saben cuando exploran el anillo de exposiciones de cada planta es que la parte central del edificio alberga vastos espacios, inaccesibles al público en general, donde se alojan las colecciones de investigación y se realiza el trabajo científico.

Allí, en abril de 2018, tuve ocasión de estudiar los huesos fosilizados de gigantescos canguros del Pleistoceno. Las colecciones de investigación están tan cerca de las exposiciones públicas que podía oír los gritos emocionados de los escolares a través de las paredes. Guardados en los armarios que recubren las paredes desde el suelo hasta el techo, se conservan restos de animales extinguidos hace largo tiempo, mientras que los cientos de cajas sin abrir con fósiles en bruto procedentes de expediciones paleontológicas del siglo XIX y principios del XX eran dignas de la última escena de *En busca del arca perdida*.

Los fósiles demasiado grandes para caber en los armarios están colocados sobre palés de madera. Los gigantescos caparazones acorazados de los gliptodontes, parientes extintos de los armadillos, están alineados en una de las paredes. Junto a ellos reposa el esqueleto articulado de un *Glossotherium*, un extinto perezoso terrestre gigante que pesaba más de una tonelada. Apoyado en otra pared hay un cráneo de *Andrewsarchus*, un enorme mamífero carnívoro que vivió durante el Eoceno, hace cuarenta millones de años; es como imagino que podría ser el cráneo del dragón de la suerte de *La historia interminable*.[60] Poco saben los visitantes que tras las delgadas paredes de las exposiciones se ocultan semejantes tesoros.

En un alejado rincón de esta sala, hay cajones llenos de mamíferos fósiles del Pleistoceno de Australia Meridional. También hay dos armarios llenos de huesos procedentes de dos expediciones al lago Callabonna, una en 1893 y otra en 1970, donde los científicos del museo recuperaron fósiles del extinto canguro gigante.

Los huesos son compactos y extrañamente coloridos: a los marrones y grises habituales de los fósiles se suman tonos anaranjados, blancos e incluso rosados. Algunos de los huesos están bastante aplastados; otros se han preservado muy bien, e incluso conservan su articulación como cuando formaron parte de un ser vivo.

Saqué con cuidado de los cajones la pelvis, las patas y los pies fosilizados de

un *Sthenurus stirlingi* (del grupo de los estenurinos, conocidos familiarmente como canguros gigantes de hocico corto), un animal que pesaba más de ciento treinta kilos y medía tres metros desde el morro hasta la cola. Solo el fémur tenía el tamaño de una llave de tubo. Si un animal de esa envergadura intentara saltar, se rompería los tendones, lo que de seguro le garantizaría una rápida extinción. Entonces, ¿cómo se desplazaban los miembros de esta especie? Christine Janis, paleontóloga de la Universidad Brown, resolvió el enigma. Estos canguros no saltaban: andaban.[61]

Janis observó que los huesos de la cola de *Sthenurus* eran relativamente pequeños, lo que indicaba que no tenía la capacidad de contrapesar su cuerpo con la cola mientras saltaba, como hacen los canguros modernos. Además, como ocurre en los humanos actuales, las caderas y rodillas de *Sthenurus* eran desproporcionadamente grandes en relación con su tamaño, lo que las hacía apropiadas para soportar el peso corporal del canguro gigante de forma alterna entre ambas patas. Una serie de huellas de pisadas de cuatro millones de años de antigüedad recientemente descubiertas en Australia Central confirman la interpretación que hacía Janis de aquellos antiguos huesos: en efecto, *Sthenurus* caminaba.[62]

Mientras estudiaba los fósiles, intenté representarme mentalmente la visión de un enorme canguro andante. Me habría gustado que aún viviera y vagara todavía por el despoblado interior de Australia. Por desgracia, *Sthenurus* desapareció en el Pleistoceno, puede que cazado hasta la extinción por el nuevo bípedo del barrio.

El canguro gigante de hocico corto no podía saltar como los canguros actuales porque era demasiado grande. Hay otros grandes mamíferos extintos a los que también se suele retratar en posición erguida, cuando no bípeda. Es habitual que los museos expongan los esqueletos de los gigantescos osos de las cavernas del Pleistoceno en una amenazadora postura erguida. De manera similar, los esqueletos del perezoso gigante o megaterio (*Megatherium*) suelen reconstruirse erguidos y buscando comida en las ramas bajas de los árboles. Aunque era primordialmente cuadrúpedo, existen huellas de pisadas que evidencian que el megaterio también caminaba ocasionalmente de forma bípeda.[63] E incluso sin haber recuperado ni un solo fósil correspondiente a una zona inferior al cuello, algunos creen que el enorme gigantopiteco (*Gigantopithecus*), un extinto simio asiático del Pleistoceno, también era bípedo, lo que recuerda los borrosos vídeos y los fantasiosos avistamientos del yeti o de Pie Grande.

Así pues, el gran tamaño parece explicar por qué algunos mamíferos se

vuelven bípedos, pero ¿ayuda esto a resolver el misterioso origen de la marcha humana? Una vez más, la respuesta parece ser que no. Los fósiles revelan que nuestros primeros antepasados bípedos no eran mayores que los chimpancés.[64]

No es el tamaño lo que nos obliga a estar erguidos. Tampoco la velocidad. Tiene que haber otra razón por la que nuestros antepasados empezaron a desplazarse sobre dos patas en lugar de cuatro, pero debe de ser distinta de los factores que impulsaron la marcha erguida en otros animales. Tendría que ser un estímulo exclusivo de los humanos.

Entonces, ¿de qué se trata?

---

[46] George Orwell, *Animal Farm*, Londres: Secker & Warburg, 1945 [trad. cast.: *Rebelión en la granja*, con varias eds. disponibles].

[47] Hang-Jae Lee, Yuong-Nam Lee, Anthony R. Fiorillo y Junchang Lü, «Lizards Ran Bipedally 110 Million Years Ago», *Scientific Reports*, vol. 8, n.º 2617 (2018), https://doi.org/10.1038/s41598-018-20809-z [tinyurl.com/3349syzv]. Las huellas tienen entre 110 y 128 millones de años de antigüedad.

[48] David S. Berman *et al.*, «Early Permian Bipedal Reptile», *Science*, vol. 290, n.º 5.493 (2000), pp. 969-972. En 2019 se descubrió en Alemania la especie *Cabarzia trostheidei*, que tiene quince millones de años más que *Eudibamus*. Frederik Spindler, Ralf Werneburg y Joerg W. Schneider, «A New Mesenosaurine from the Lower Permian of Germany and the Postcrania of *Mesenosaurus*: Implications for Early Amniote Comparative Ostology», *Paläontologische Zeitschrift*, 93 (2019), pp. 303-344.

[49] Véanse Axel Janke y Ulfur Arnason, «The Complete Mitochondrial Genome of *Alligator mississippiensis* and the Separation Between Recent Archosauria (Birds and Crocodiles)», *Molecular Biology and Evolution*, vol. 14, n.º 12 (1997), pp. 1.266-1.272; y Richard E. Green *et al.*, «Three Crocodilian Genomes Reveal Ancestral Patterns of Evolution Among Archosaurs», *Science*, vol. 346, n.º 6.215 (2014), 1254449. Un colega mío señalaba que los paleontólogos y los expertos en anatomía comparada sabemos desde hace tiempo que las aves y los cocodrilos están emparentados, y no necesitábamos que la genética nos lo dijera. Véase Robert L. Carroll, *Vertebrate Paleontology and Evolution*, Nueva York: W.H. Freeman, 1988.

[50] «God Must Exist… Because the Crocoduck Doesn't», *Nightline Face-off with Martin Bashir*, ABC News, 11 de enero de 2009, https://www.youtube.com/watch?v=a0DdgSDan9c [tinyurl.com/33jaez9r]. Lo curioso del caso es que un cocodrilo del Cretáceo descubierto a principios de la década de 2000 tenía pico de pato y probablemente nadaba en busca de comida como lo hacen los patos. Se lo bautizó como *Anatosuchus*, que significa justamente «cocopato». Paul Sereno, Christian A. Sidor, Hans C. E. Larsson y Boubé Gado, «A New Notosuchian from the Early Cretaceous of Niger», *Journal of Vertebrate Paleontology*, vol. 23, n.º 2 (2003), pp. 477-482.

[51] Lindsay E. Zanno, Susan Drymala, Sterling J. Nesbit y Vincent P. Schneider, «Early Crocodylomorph Increases Top Tier Predator Diversity During Rise of Dinosaurs», *Scientific Reports*, 5 (2015), p. 9.276. Véase también Susan M. Drymala y Lindsay E. Zanno, «Osteology of *Carnufex carolinensis* (Archosauria: Pseudosuchia) from the Pekin Formation of North Carolina and Its Implications for Early Crocodylomorph Evolution», *PLOS ONE*, vol. 11 , n.º 6 (2016), e0157528.

[52] En 2020, un grupo de investigadores describieron unas huellas fósiles de cocodrilos de locomoción bípeda halladas en unos sedimentos de 106 millones de años de antigüedad en Corea del Sur. Véase Kyung Soo Kim, Martin G. Lockley, Jong Deock Lim, Seul Mi Bae y Anthony Romilio, «Trackway Evidence for Large Bipedal Crocodylomorphs from the Cretaceous of Korea», *Scientific Reports*, vol. 10, n.º 8.680 (2020).

[53] De Riley Black (antes Brian Switek), *My Beloved Brontosaurus*, Nueva York: Scientific American-Farrar, Straus & Giroux, 2013.

[54] En su libro, Steve Brusatte comenta el trabajo de su colega Sara Burch, que determinó que los brazos del tiranosaurio eran «accesorios para matar»: como gigantescos ganchos de carnicero, habrían servido para sujetar a las presas que intentaban escapar de sus fauces. Steve Brusatte, *The Rise and Fall of the Dinosaurs: The Untold Story of a Lost World*, Nueva York: William Morrow, 2018, p. 215.

[55] W. Scott Persons y Philip J. Currie, «The Functional Origin of Dinosaur Bipedalism: Cumulative Evidence from Bipedally Inclined Reptiles and Disinclined Mammals», *Journal of Theoretical Biology*, vol. 420, n.º 7 (2017), pp. 1-7. Persons me escribió en un correo electrónico: «Los grandes músculos de la cola no son exclusivos de los dinosaurios bípedos (casi todos los dinosaurios los tienen). Pero tenerlos significa que, cuando empiezas a evolucionar hacia una mayor velocidad, estás naturalmente inclinado a ser bípedo». En otras palabras: gracias a esos músculos, las patas traseras superan en rendimiento a las delanteras; por lo tanto, para maximizar la potencia de los músculos de la cola en dinosaurios veloces, la selección favorecería unas patas traseras alargadas y unas patas delanteras que molestaran lo menos posible.

[56] En realidad resulta que el tiranosaurio probablemente no podía correr tan deprisa como Hollywood quiere hacernos creer. Véase Brusatte, *The Rise and Fall of the Dinosaurs*, pp. 210-212.

[57] La excepción son los monos atélidos de América Central y del Sur, que, por evolución convergente, han adquirido una movilidad de hombros similar a la de los simios. Esta familia incluye los monos araña, los monos aulladores, los monos lanudos y los muriquís.

[58] Esta masa terrestre, que unía Australia continental con Tasmania y Nueva Guinea, se conoce actualmente como Sahul.

[59] Robert M. Alexander y Alexandra Vernon, «The Mechanics of Hopping by Kangaroos (Macropodidae)», *Journal of Zoology*, vol. 177, n.º 2 (1975), pp. 265-303.

[60] Como pude descubrir más tarde, Riley Black bromeó en un blog sobre los diez mejores mamíferos fósiles diciendo que *Andrewsarchus* era una «versión real del Gmork de *La historia interminable*». Véase https://www.tor.com/2015/01/04/ten-fossil-mammals-as-awesome-as-any-dinosaur-2 [tinyurl.com/4hew4b4p]. En un correo electrónico, Black me dijo que se trataba de un caso de «evolución cómica convergente».

[61] Christine M. Janis, Karalyn Buttrill y Borja Figueirido, «Locomotion in Extinct Giant Kangaroos: Were Sthenurines Hop-Less Monsters?» *PLOS ONE*, vol. 9, n.º 10 (2014), e109888.

[62] Aaron B. Camens y Trevor H. Worthy, «Walk Like a Kangaroo: New Fossil Trackways Reveal a Bipedally Striding Macropodid in the Pliocene of Central Australia», *Journal of Vertebrate Paleontology* (2019), p. 72.

[63] Una serie de huellas halladas en el yacimiento de Pehuen-Co, Argentina, han inducido a algunos investigadores a atribuir al megaterio una marcha lenta y bípeda. R. Ernesto Blanco y Ada Czerwonogora, «The Gait of *Megatherium* CUVIER 1796 (Mammalia, Xenartha, Megatheriidae)», *Senckenbergiana Biologica*, vol. 83, n.º 1 (2003), pp. 61-68. Otro equipo, en cambio, atribuye las pisadas bípedas a *Neomegatherichnum pehuencoensis*, un tipo distinto de perezoso gigante. Silvia A. Aramayo, Teresa Manera de Bianco, Nerea V. Bastianelli y Ricardo N. Melchor, «Pehuen Co: Updated Taxonomic Review of a Late Pleistocene Ichnological Site in Argentina», *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 439 (2015), pp. 144-165.

[64] Mark Grabowski y William L. Jungers, «Evidence of a Chimpanzee-Sized Ancestor of Humans but a Gibbon-Sized Ancestor of Apes», *Nature Communications*, vol. 8, n.º 880 (2017).

03

«Así fue como los humanos adoptaron la postura erguida» y otros relatos fantásticos sobre la bipedación

«Las especulaciones sobre los orígenes de la bipedación son a menudo fascinantes exhibiciones de ingenio, que demuestran, sobre todo, que este es un escenario apropiado para la audacia intelectual».

JONATHAN KINGDON, naturalista, *Lowly Origin*, 2003[65]

Según el antiguo estadista griego Alcibíades, hubo un tiempo en que los humanos tenían cuatro piernas, cuatro brazos y dos caras. Eran arrogantes y peligrosos, una clara amenaza para los dioses. Esto preocupó a Zeus, que en un primer momento se planteó destruir a los humanos con un rayo, como él y los dioses olímpicos habían hecho con los titanes.[66] Pero en lugar de ello ideó un ingenioso plan: los partió por la mitad. Con solo dos piernas, dos brazos y un rostro, los humanos ya no resultarían ni de lejos tan amenazadores. Luego Apolo remendó a aquellos seres divididos y les anudó en el ombligo. Desde entonces vagan por la Tierra en busca de su otra mitad: sus almas gemelas.

Somos una especie curiosa. Buscamos respuestas a las grandes preguntas. ¿De dónde venimos? ¿Por qué somos como somos? Para obtener respuestas fundadas en pruebas, recurrimos a la ciencia. Pero en el ámbito que aquí nos ocupa los científicos debemos ser especialmente cuidadosos, ya que, a falta de pruebas, las historias sobre el origen de la marcha erguida pueden ser tan fantasiosas como el relato de Zeus partiendo por la mitad a unos humanos de cuatro patas. Puede que

haya numerosas explicaciones de la bipedación humana que estén escritas en un lenguaje aparentemente científico, pero en realidad comparten el mismo arco narrativo que los conocidos relatos infantiles que escribió Rudyard Kipling bajo el título de *Los cuentos de así fue*, en los que el autor daba explicaciones deliberadamente fantásticas a toda una serie de hechos («Así fue como al leopardo le salieron sus manchas», «Así fue como al dromedario le salió su joroba», etc.).

El antropólogo Russell Tuttle, de la Universidad de Chicago, ha calificado las hipótesis sobre el origen de la bipedación de «narraciones científicamente informadas».[67] En los últimos setenta y cinco años, los antropólogos hemos ofrecido un número cada vez mayor de posibles razones por las que los humanos caminan sobre dos piernas, y hemos publicado más de un centenar de artículos científicos con el propósito de explicar el motivo por el que la selección natural favoreció la marcha bípeda en nuestros ancestros.

Pero pocos de ellos se han tomado en serio.

En lugar de examinar directamente por qué los *humanos* son bípedos, podría ser útil considerar primero la cuestión desde una perspectiva más amplia. La locomoción bípeda es rara en otros mamíferos, pero los que más se desplazan sobre dos patas, aunque solo sea ocasionalmente, son los primates: lémures, monos y simios. Los lémures sifacas de Madagascar saltan sobre dos patas cuando bajan de los árboles y se desplazan por el suelo. Los monos capuchinos recogen frutos secos y piedras con los brazos y recorren distancias cortas sobre dos patas. Los babuinos se mantienen erguidos cuando vadean agua que les llega hasta la cintura. Todas las especies de simios, incluidos los chimpancés y los bonobos, se desplazan bípedamente de vez en cuando.

La cuestión correcta, pues, no es cómo surgió de cero la marcha bípeda, sino cuáles fueron las condiciones en las que la *frecuencia* de la marcha bípeda pasó de ser ocasional, como ocurre en otros primates, a ser constante, como es el caso de los humanos.[68]

Aunque la locomoción bípeda es rara en los mamíferos, la *postura* bípeda no lo es. Seguramente, antes de que nuestros antepasados empezaran a caminar sobre dos patas, primero tuvieron que erguirse. Investigar por qué se yerguen algunos mamíferos vivientes puede ayudarnos a entender por qué los antiguos ancestros humanos desarrollaron una postura erguida, requisito previo para la locomoción bípeda.

Muchos mamíferos se alzan sobre las patas traseras para observar su entorno. Este comportamiento es habitual, por ejemplo, en las suricatas africanas y los

perritos de las praderas norteamericanos. Ambam, el gran gorila macho del Palacio de los Simios de Kent, se yergue con frecuencia para observar cómo su cuidador, Phil Ridges, le prepara la comida; y cuando oye un sonido a lo lejos, se alza con la vista fija en esa dirección. Estos ejemplos avalan la hipótesis «del ¡cucú!»,[69] que plantea que la postura erguida evolucionó en nuestros antepasados como una forma de otear la sabana para detectar posibles depredadores.

El año en que nació Charles Darwin (1809), Jean-Baptiste Lamarck, un naturalista francés conocido sobre todo por haber postulado un mecanismo evolutivo en gran medida incorrecto, formuló esa misma idea en su libro *Filosofía zoológica*. Escribió que la bipedación satisfacía un «deseo de disponer de una visión amplia y distante».[70]

Si eso es cierto, nuestros antiguos antepasados homininos se erguían a fin de escudriñar el paisaje cubierto de hierba en busca de potenciales peligros para luego volver a agazaparse para evitar ser descubiertos. Esto puede ser correcto, supongo; pero, entonces, ¿por qué nuestros ancestros empezaron a *desplazarse* sobre dos patas? Si ves a un león y este te ve a ti, la bipedación sería una forma mucho más lenta de escapar que emprender el galope a cuatro patas.

Otros han observado que los chimpancés y los osos se yerguen para advertir a los extraños de que se alejen de sus territorios o simplemente para olfatear el aire y detectar así su entorno. Quizá nuestros antepasados homininos se erguían para parecer grandes y amenazadores.[71] Quizá eso les ayudaba a sobrevivir y tener más descendencia. Un erudito llevó esta hipótesis un poco más allá y argumentó que los primeros homininos se alzaban para blandir arbustos espinosos como defensa contra los leones.[72]

O puede que, en lugar de tener una función de vigilancia, erguirnos nos ayudara a comer.

El gerenuc es un precioso antílope de África Oriental que se alza sobre sus patas traseras para acceder a jóvenes y nutritivas hojas de acacia. En ocasiones las cabras también adoptan este comportamiento. En la naturaleza, algunos chimpancés se yerguen para alcanzar fruta que cuelga a escasa altura de ellos;[73] a veces lo hacen en el suelo y otras veces, en los árboles. Algunos científicos han planteado la hipótesis de que nuestros antiguos antepasados homininos también se erguían para coger alimentos que de otro modo habrían quedado fuera de su alcance. Los que se mostraban más capaces de erguirse podían llenar la panza y estar lo bastante sanos para tener más descendencia.

Otros sitúan a nuestros ancestros no en una pradera o al pie de árboles

frutales, sino en un hábitat acuático y rico en juncias similar al actual delta del Okavango, en Botsuana. Si este postulado es correcto, éramos simios que con frecuencia tenían que vadear pantanos. Los babuinos que viven actualmente en las inmediaciones del Okavango a veces se alzan sobre dos patas para evitar que el agua les llegue a la cara.[74]

Esta hipótesis del «vadeo» es una reformulación más razonable que la del «simio acuático», formulada originariamente en la década de 1960 por Alister Hardy y poco después por Elaine Morgan.[75] Popularizada más recientemente por David Attenborough en un programa de radio de la BBC, esta idea parte del supuesto de que la bipedación de los homininos evolucionó en el agua. Con ello pretende explicar nuestra falta de pelo, nuestra relativa flotabilidad y el reflejo de inmersión presente en los bebés humanos, entre otros aspectos selectivamente escogidos de nuestra anatomía y fisiología.

Esta hipótesis contó con la insólita promoción de un documental de ficción absurdamente acientífico titulado *Sirenas. ¿Realidad o mito?*, emitido inicialmente en 2012, primero en Animal Planet y luego en Discovery Channel, y que solo en Estados Unidos tuvo una audiencia de 1,9 millones de espectadores. El programa estaba repleto de pruebas ficticias y entrevistas a los presuntos «científicos» Rodney Webster y Rebecca Davis, encarnados por los actores Jason Cope y Helen Johns respectivamente.

La hipótesis del simio acuático parece tener cierto sentido hasta que uno cae en la cuenta de que un hábitat acuático habría estado plagado de cocodrilos e hipopótamos, y nosotros, como nadadores, somos bastante lentos.[76] En los Juegos Olímpicos de 2008, el medallista de oro Michael Phelps nadó doscientos metros en un minuto y cuarenta y tres segundos; Usain Bolt corrió la misma distancia en diecinueve segundos. Así que si cree que somos lentos en tierra, pruebe en el agua; o más bien, si hay cocodrilos e hipopótamos cerca, mejor no lo haga. Además, en 2021, un grupo de investigadores descubrieron que, en comparación con otros simios, los humanos han desarrollado mecanismos fisiológicos para retener agua; justo lo contrario de lo que cabría esperar si hubiéramos evolucionado en un hábitat acuático.

Entonces, ¿por qué nuestros antepasados se irguieron y empezaron a caminar con dos piernas? Honestamente, no lo sabemos, pero me preocupa ver lo seguros que parecen estar algunos de sus hipótesis favoritas.

En marzo de 2019, el biólogo evolutivo Richard Dawkins tuiteaba:

> *¿Por qué evolucionó la bipedación? He aquí mi teoría memética. La bipedación temporal es esporádica en los primates: un truco eminentemente imitable, una*

llamativa demostración de una habilidad envidiable. Creo que el meme de la moda bípeda se difundió culturalmente, desencadenando una coevolución meme-gen (incluida la selección sexual).

En otras palabras, todo era una simple cuestión de monos imitándose unos a otros.

Personalmente habría preferido que Dawkins hubiera utilizado la palabra *hipótesis* en lugar de *teoría*, ya que en el ámbito científico el concepto de «teoría» alude a una serie de ideas de carácter exhaustivo y general con capacidad predictiva y explicativa; los científicos utilizan el término de forma distinta a como se emplea en las situaciones cotidianas, en las que una teoría es poco más que una mera conjetura más o menos infundada. Sea como fuere, el caso es que el biólogo británico cree que la bipedación empezó como una tendencia, se convirtió en una moda cultural y luego se viralizó.

Dawkins había presentado inicialmente su idea del meme de la bipedación en *El cuento del antepasado*, un libro publicado en 2004 y escrito en colaboración con el también biólogo evolutivo Yan Wong. Quince años después, no obstante, pudo ver lo que pensaban sus seguidores al respecto cuando 433 de ellos le contestaron en Twitter. Un puñado de respuestas insistían en que era Dios quien había hecho bípedos a los humanos. Otros se limitaban a escribir: «¿Qué?». Pero la mayoría de las respuestas eran de lectores que *sabían* con absoluta certeza por qué los humanos eran bípedos. Cuatro ideas aparecían de forma repetida: el ser humano se hizo bípedo a fin de tener las manos libres para utilizar herramientas o armas; para poder ver por encima de la alta hierba y evitar así a los depredadores; para mantenerse por encima del agua, o para adquirir la resistencia necesaria para rastrear presas a grandes distancias. Pero eran los partidarios del simio acuático quienes más insistían en que ellos sabían la respuesta mejor que nadie. Sin embargo, la ciencia no funciona por votación popular: el mero hecho de que esas ideas se repitieran una y otra vez no significa que sean correctas.

No obstante, a todo el mundo le gusta una buena intriga, así que probemos con una ronda rápida de hipótesis que no se mencionaban en las respuestas al tuit de Dawkins:[77]

- ⟶ *Acecho furtivo*. La bipedación permitió a los primeros homininos acercarse sigilosamente a sus presas y golpearlas con piedras.
- ⟶ *Moviendo el culo*. Unos simios que se alimentaban en el suelo acabaron desarrollando una postura más erguida a base de desplazarse sobre el trasero de una zona de comida a otra.
- ⟶ *Homininos exhibicionistas*. Las hembras se sentían atraídas por los machos que

se alzaban para exhibir sus genitales. Sí, creo que esta es una hipótesis realista.

- → *El Rocky Balboa*. Nuestros antepasados necesitaban las manos libres para poder liarse a puñetazos.
- → *Un simple tropiezo*. El cuadrupedalismo desapareció porque las extremidades delanteras y traseras podían trabarse entre sí y provocar caídas. Obviamente, eso no parece ser un problema en los demás animales de cuatro patas.
- → *Bebé en brazos*. Los primeros homininos migraban con los grandes rebaños africanos para poder alimentarse de carroña, y necesitaban los brazos para transportar a los niños.
- → *Cómo escabullirse de los depredadores*. A los homininos bípedos les resultaba más fácil eludir a los leones y leopardos. Solo que, obviamente, eso no es cierto.
- → *El trepa*. Los homininos desarrollaron la bipedación subiendo y bajando por colinas y valles.
- → *El miniyó del Mioceno*. Los primeros homininos, de cuerpo menudo, se ponían de pie para caminar o correr por las ramas horizontales de los árboles.
- → *Barrio rojo*. Los hombres necesitaban las manos libres para llevar carne a las mujeres y cambiarla por sexo.
- → *¡Fuego! ¡Fuego!* Una supernova cercana aumentó la frecuencia de los incendios forestales, que quemaron los hábitats de los simios, favoreciendo así la locomoción bípeda.
- → *Mimetismo avestrucil*. Los homininos imitaban la bipedación de los avestruces para colarse en sus nidos y robarles los huevos. Esta me la he inventado yo, pero ¿acaso es más disparatada que las otras?[78]

Y hay muchas, muchísimas más.[79] El abrumador número de hipótesis sobre el origen de los bípedos no es un problema en sí mismo. El problema es que muchas de ellas no son científicamente comprobables con la información de la que disponemos actualmente.

Para que una idea sea científica, debe generar predicciones que puedan compararse con datos reales. Por ejemplo, un científico que quiera poner a prueba la hipótesis del miniyó del Mioceno podría predecir que los primeros homininos bípedos tenían cuerpos menudos, vivían en entornos boscosos, en lugar de praderas, y poseían diversas adaptaciones que les permitían desplazarse y comer en los árboles. Si resulta que los fósiles reales indican que los primeros homininos que caminaban erguidos tenían cuerpos grandes, vivían en praderas y comían en el suelo, la idea del miniyó del Mioceno quedaría refutada. Si los datos no coinciden con las predicciones y la hipótesis resulta ser errónea, pasamos a la

siguiente idea, y la ciencia puede seguir progresando. Pero si no formulamos las hipótesis como predicciones comprobables, se convierten en meros relatos, tan científicamente válidos como el de Zeus partiendo en dos a los humanos. Una buena hipótesis es siempre vulnerable, y un buen científico es aquel que posee la agilidad mental y la capacidad necesarias para abandonar una idea si los datos se conjuran en su contra.

Entonces, ¿qué tipo de datos buscamos?

Para empezar, sería útil saber *dónde* empezó la bipedación terrestre, y seguramente también ayudaría saber *cuándo* lo hizo.

En *El origen del hombre*, Charles Darwin planteó la hipótesis de que los humanos comparten parentesco con los simios africanos. La ciencia no supo de la existencia de los bonobos hasta 1933, así que Darwin solo se refería a los chimpancés y los gorilas; pero ¿qué hay de los simios asiáticos, los orangutanes y los gibones? Resulta que también nos parecemos mucho a ellos. ¿Cómo determinar, pues, cuál de estos simios es el que se halla más estrechamente emparentado con los humanos?

Tras casi un siglo de debate sobre este grado de parentesco, a finales de la década de 1960 los científicos empezaron a comparar las proteínas, y finalmente el ADN, de esas especies. Los resultados llevaron a redibujar nuestro árbol genealógico. Tal y como predijo Darwin, los parientes vivos más cercanos de los humanos son de hecho los simios africanos. A su vez, los más cercanos de ellos son los chimpancés y los bonobos; los gorilas vienen a ser nuestros primos segundos, y los orangutanes, nuestros primos terceros.

Esta estrecha relación con los chimpancés y los bonobos no implica que los humanos hayamos evolucionado a partir de ellos. Son nuestros parientes, no nuestros antepasados. No descendemos de ellos, como tampoco ellos descienden de nosotros. Lo que la teoría evolutiva predice es que todos compartimos un ancestro común. Pero no cometamos el error del «cocopato» de Kirk Cameron. Ese ancestro común no era un *humancé* ni un *bonosapiens*, una mezcla entre ellos y nosotros, sino un simio más inespecífico a partir del que ambos evolucionamos.

¿Cómo era este antiguo simio? ¿Cuándo vivió? Son preguntas difíciles, pero los científicos han empezado a descifrar las respuestas.

El especialista en antropología molecular Todd Disotell me recibió al salir del estrecho ascensor en la cuarta planta del número 25 de Waverly Place, en el campus de la Universidad de Nueva York en Greenwich Village.[80] Disotell, un hombre menudo y en buena forma, tiene un aspecto mucho más juvenil del que correspondería a sus cincuenta y cinco años. Aunque era un frío y crudo día de

abril, llevaba pantalones cortos de vivos colores, mocasines de lona y una camiseta de King Kong. Sus mangas cortas dejaban ver un tatuaje del conocido dibujo del «árbol de la vida» de Darwin en el antebrazo derecho, y otro de Pie Grande en el bíceps izquierdo. Se había afeitado la cresta y en su lugar llevaba el pelo rapado, perilla y gafas de montura naranja. Disotell es uno de los expertos mundiales en genética antropológica.

Media docena de estudiantes de posgrado y posdoctorado levantaron la vista de sus pipetas mientras recorríamos su laboratorio, una instalación relativamente grande teniendo en cuenta la falta de espacio del Departamento de Antropología de la universidad. Disotell declaró con orgullo que Giorgio Tsoukalos, el famoso ufólogo de la serie *Alienígenas*, estaba allí para presenciar la extracción de ADN de cráneos que creía que eran extraterrestres. Resultó que no lo eran. Dado que actualmente en Estados Unidos es cada vez más difícil conseguir subvenciones federales, Disotell ha tomado la inteligente por más que controvertida táctica de hacer que los estudios de televisión le compren costosos equipos a cambio de su opinión experta en programas de History Channel que popularizan relatos fantásticos sobre antiguos alienígenas y Pies Grandes.

Una vez finalizada la visita, nos dirigimos calle abajo a la White Oak Tavern para comer. Disotell pidió una ensalada de manzana sin manzana, y yo le formulé la pregunta que me había traído a Manhattan:

—¿Cuánto tiempo hace que los humanos y los chimpancés compartieron un ancestro común?

Esperaba un profundo suspiro, un pensativo sorbo de su bebida, y una serie de afirmaciones ambiguas precedidas de «por otra parte…».

—Hace seis millones de años —me respondió, en cambio, sin la menor vacilación—. Medio millón arriba, medio millón abajo.

—¿En serio? —pregunté—. He llegado a ver estimaciones tan altas como doce millones y tan bajas como cinco.

—No —replicó él—. Esas fechas se basan en supuestos erróneos.

Me explicó que antes, en los estudios realizados en este ámbito, se contabilizaban las diferencias moleculares en pequeñas secuencias de genes diana para calcular cuándo se habían separado los linajes divergentes. Hoy, en cambio, una tecnología más avanzada permite a los investigadores comparar rápidamente decenas de miles de genes entre diversas especies, incluidos los humanos y los simios africanos. Seguramente no todos estarán de acuerdo con su interpretación de los datos, pero para Disotell los resultados son claros.

Muchas de las pruebas fósiles respaldan su conclusión de que hace seis millones de años nuestro linaje ya se había separado plenamente del de los

chimpancés y bonobos.[81] Suponiendo que aparezca una nueva generación cada veinticinco años más o menos, el último antepasado común que compartí con un chimpancé fue mi tatarabuela…, solo que con unos 240.000 «tátaras» delante de «abuela». Si dijera la palabra *tátara* una vez por segundo sin interrupción, tardaría tres días enteros en llegar al punto en el que mi linaje se separó del de los chimpancés.

África es, y ha sido siempre, un continente inmenso y lleno de hábitats diversos. Sería útil saber *dónde* vivieron los primeros homininos. ¿Vivían en el dosel arbóreo de los bosques primitivos o se aventuraban en las praderas? Los cambios medioambientales suelen comportar cambios evolutivos en el comportamiento y la anatomía.

En diversos suelos antiguos y dientes fosilizados que conservan isótopos estables de carbono y oxígeno se ocultan pistas de un cambio drástico producido en el medio ambiente africano. Para entenderlo de manera apropiada, hemos de detenernos a estudiar una breve y sencilla lección de química.

El carbono y el oxígeno existen en diferentes formas, denominadas *isótopos*. Algunos isótopos son inestables y radiactivos, y, por ello mismo, resultan útiles para determinar la edad absoluta de los fósiles, un tema al que volveremos en el próximo capítulo. Pero los isótopos que nos interesan para reconstruir antiguos hábitats son los estables.

El carbono, normalmente designado como carbono-12, o ^{12}C, porque en su forma más abundante tiene seis protones y seis neutrones, cuenta con otro isótopo, el ^{13}C, que tiene un neutrón más. Resulta que, al respirar, algunas plantas rechazan el dióxido de carbono con el isótopo más pesado, el ^{13}C, y prefieren incorporar el ^{12}C a sus tejidos. Suele tratarse de plantas forestales de ambientes húmedos y frondosos. En cambio, a las gramíneas y otras plantas que crecen en sabanas abiertas y más áridas no les molesta tanto el ^{13}C y lo absorben en mayor cantidad.

Cuando los animales comen plantas, integran carbono en sus huesos y dientes. Lo bueno de este isótopo del carbono es que es *estable*, y no cambia ni desaparece ni siquiera después de millones de años de fosilización. De modo que los científicos pueden moler, por ejemplo, un antiguo diente de antílope hasta convertirlo en polvo, medir la proporción de ^{12}C y ^{13}C con un instrumento llamado espectrómetro de masas, y determinar si el animal se alimentaba en un bosque, en una pradera o en una mezcla de ambos entornos.

El oxígeno, o ^{16}O, también tiene otro isótopo estable, el ^{18}O, con dos neutrones adicionales. Cualquiera de las dos formas puede desempeñar el papel de «O» en la fórmula H_2O. Como el ^{16}O es el más ligero de los dos, el agua con

este isótopo se evapora con mayor facilidad, asciende a la atmósfera y forma nubes de lluvia. Cuando el planeta está frío, el oxígeno más ligero cae en forma de nieve y queda atrapado en el hielo polar. Esto, a su vez, concentra ^{18}O en los océanos, configurando el registro global de temperaturas del pasado más importante del que disponemos en la actualidad. Asimismo, cuando el clima se vuelve más seco y aumenta la evaporación, los lagos y ríos africanos también concentran ^{18}O. La relación entre la cantidad de oxígeno ligero y pesado también es detectable en los fósiles, y nos proporciona un registro permanente de la temperatura y la humedad locales.

Dado que todos los animales obtienen agua bebiéndola o de las plantas que ingieren, los investigadores han utilizado la composición química de los fósiles antiguos para reconstruir cómo era África hace millones de años, cuando empezaron a evolucionar nuestros antepasados. Los resultados son de lo más intrigantes.

A partir del Mioceno, hace al menos entre diez y quince millones de años, el clima del continente africano se volvió más seco y estacional. Las fluctuaciones climáticas se intensificaron, los bosques de África Oriental se fueron fragmentando gradualmente y las praderas se expandieron para rellenar los huecos que quedaban entre ellos. Hoy los científicos creen que la bipedación terrestre evolucionó en ese entorno cambiante en el que los otrora vastos bosques estaban dejando paso a sabanas abiertas con macizos forestales dispersos. Sin embargo, no sabemos muy bien *por qué* la marcha erguida resultaba beneficiosa en este nuevo mundo.[82]

Una posible explicación es que la postura erguida habría ayudado a nuestros antepasados a mantenerse frescos en las praderas.[83] El África ecuatorial es calurosa. La mayoría de los animales son más activos por la noche o al amanecer y el atardecer, mientras que durante el día compiten por encontrar sombra para evitar el sobrecalentamiento. Puede que nuestros antepasados llevaran las de perder al competir con los carnívoros y otros grandes mamíferos africanos por esos espacios umbríos cada vez más reducidos. Sin disponer de ese recurso, los individuos que se desplazaban en una postura más erguida al menos tenían la ventaja de exponer una menor parte de su cuerpo a los rayos del sol y, a la vez, una mayor parte de este a la brisa, que haría más eficaz la transpiración.

El biólogo Peter Wheeler, que desarrolló esta hipótesis —sin duda ingeniosa, aunque no necesariamente correcta— a finales de la década de 1980 y durante la de 1990, también calculó que la locomoción bípeda reduciría nuestra necesidad de agua en un 40 por ciento. Creo que Wheeler está en lo cierto, pero no en lo referente al *origen* de la bipedación. Es probable que esta evolucionara ya *antes* de

que los homininos se trasladaran a esos entornos abiertos y soleados formados básicamente por praderas y tuvieran que preocuparse por el sobrecalentamiento.

Una segunda hipótesis tiene que ver con la energía. Cuando los humanos caminamos un kilómetro y medio, quemamos unas cincuenta calorías. Para recuperar esa energía basta un puñado de pasas. Caminar con dos piernas como hacemos nosotros constituye una forma de desplazarse de un lugar a otro excepcionalmente eficiente desde una perspectiva energética.

Un grupo de investigadores de la Universidad de Harvard decidieron comprobar la eficiencia de la marcha bípeda humana comparando nuestra forma de andar con la de los chimpancés.[84] Para ello, pusieron a varios chimpancés de Hollywood (de esos que aparecen de vez en cuando en los anuncios) en una cinta de correr y midieron la energía que consumían colocándoles en la cara un detector de CO_2 parecido a un tubo de buceo. No se preocupe por la posibilidad de maltrato animal: si un simio no hubiera estado conforme con la situación, se habría arrancado el aparato experimental de la cara y tal vez les habría dislocado los brazos a los investigadores. Los chimpancés son muy fuertes y temperamentales.

Los científicos descubrieron que los chimpancés gastan el doble de energía que los humanos cuando caminan, independientemente de si lo hacen a cuatro patas o con solo dos.[85] Puede que al principio de nuestra historia evolutiva hubiera momentos en los que escaseaban los recursos y los grupos de homininos tuvieran que desplazarse por campos cubiertos de hierba para ir de una zona boscosa a otra. Y quizá entonces los individuos que se desplazaban sobre dos patas en lugar de cuatro gastaban menos energía, y gracias a ello se encontraban en mejores condiciones de sobrevivir a los tiempos difíciles. Parece convincente. El problema, sin embargo, es que los chimpancés consumen más energía que los humanos no porque sean cuadrúpedos, sino porque caminan agachados. Los animales que se desplazan con las rodillas menos flexionadas y la espalda más recta —independientemente de que lo hagan sobre dos o cuatro patas— consumen menos. Una vez que nuestros antepasados perfeccionaron la marcha bípeda con las piernas extendidas, ello les reportó beneficios energéticos. Pero en un primer momento el mero hecho de caminar sobre dos patas en lugar de cuatro no tenía energéticamente nada de especial.[86]

Volvamos una vez más a la película de Stanley Kubrick *2001: Una odisea del espacio*, y a los actores disfrazados de simios que se yerguen para liberar así sus manos de las tareas de la locomoción. Puede que, en lugar de aprovecharlas para combatir, las manos libres ayudaran a nuestros antepasados a transportar algo mucho más importante y fundamental para la supervivencia: la comida.

A Louis le encantan los tomates. Por eso los cuidadores del Zoo de Filadelfia, el más antiguo de Estados Unidos, esconden tomates por todo el recinto de este gorila de llanura occidental. Cuando le dejan salir a su patio, camina apoyándose en los nudillos[87] hasta los escondites que ya conoce, y allí recoge su fruta favorita. Pero Louis aprendió por las malas lo que ocurre cuando un gorila espalda plateada de doscientos kilos camina apoyándose en los nudillos con un puñado de tomates en las manos: quedan triturados.

Por alguna razón, a Louis no le gusta ensuciarse las manos. Si por la noche ha llovido, se alza sobre dos patas y camina erguido sobre el suelo húmedo para no mancharse los nudillos de barro. Así que un puñado de tomates aplastados representan una auténtica tragedia para este gorila maniático de la limpieza.

¿Su solución? La marcha bípeda.

Louis coge los tomates con las manos y luego los lleva entre los brazos mientras se desplaza sobre dos patas de un lugar a otro de su recinto. Michael Stern, su cuidador, me dijo que lo hace varias veces al mes.

De manera similar, en el Palacio de los Simios del Parque de Port Lympne, en el condado británico de Kent, Tamba, la hermana de Ambam, camina ocasionalmente de forma bípeda cuando coge comida entre los brazos. Lo hace sobre todo cuando también lleva a su cría.

Caminar sobre dos patas en un zoo está muy bien, pero… ¿y en la naturaleza?

Los primatólogos que trabajan en la República de Guinea, en África Occidental, llevan décadas estudiando a un mismo grupo de chimpancés. Estos chimpancés son famosos por utilizar piedras para abrir las duras cáscaras de las nutritivas nueces africanas. Pero la selva tropical donde viven también linda con áreas despejadas donde la población local cultiva arroz, maíz y diversas frutas, incluida la papaya, la favorita de los chimpancés. Para frustración de los lugareños, los chimpancés asaltan las granjas para robar la fruta.

Susana Carvalho, antropóloga de la Universidad de Oxford, descubrió que es más probable que los chimpancés se desplacen de forma bípeda cuando recogen y transportan los alimentos que les resultan más preciados, como las papayas y las nueces africanas.[88] Se llenan tanto las manos que no tienen más remedio que desplazarse sobre dos patas. Quizá estos chimpancés nos estén dando una pista de por qué se inició la bipedación en los primeros homininos.

Esta idea se remonta a Gordon Hewes, antropólogo de la Universidad de Colorado en Denver, que en 1961 postuló que los primeros homininos no desarrollaron la marcha bípeda para transportar herramientas ni armas, sino alimentos.[89] Se basaba en parte en su observación de que los macacos suelen caminar sobre dos patas cuando transportan comida. Y en 1964 nos hizo reparar

en la observación casual de Jane Goodall de que, al aprovisionarse, los chimpancés a veces cogen tantos plátanos entre los brazos que por fuerza tienen que desplazarse de forma bípeda.

Owen Lovejoy, de la Universidad Estatal de Kent, ha llevado esta idea un poco más lejos al postular que, en nuestra estirpe, la evolución bípeda coincidió con el surgimiento del vínculo de pareja. Según su modelo, los homininos macho que se desplazaban sobre dos patas podrían haber llevado comida a las hembras. Estas, a su vez, podrían haberse encariñado con aquellos generosos machos y formar vínculos de pareja con ellos. Entonces los machos ya no necesitarían grandes caninos para amenazarse mutuamente a fin de conseguir hembras. Esta hipótesis «del aprovisionamiento», pues, vincula la reducción de los caninos y la bipedación no a la violencia, como hicieran Darwin y Dart, sino al sexo.[90]

Sin un ejemplo viviente de otro mamífero que haya adoptado esa misma estrategia basada en el sexo resulta difícil poner a prueba la validez de esta hipótesis. Para muchos detractores, infravalora el papel que debieron de tener las hembras en la evolución de la bipedación, y deja a las homininas indefensas, a menudo en las copas de los árboles, esperando a que los machos —los proveedores— lleven las papayas a casa.[91]

Aunque tiene sentido considerar que la comida pudo ser una fuerza impulsora en la evolución de la bipedación, también lo tiene pensar que las hembras desempeñaran un papel más importante. Como me dijo la antropóloga Cara Wall-Scheffler: «El objetivo de la selección natural es la hembra y su cría». Si un determinado rasgo no beneficia a las hembras y a su prole, hay pocas posibilidades de que cobre impulso evolutivo.

Las antropólogas Nancy Tanner y Adrienne Zihlman, de la Universidad de California en Santa Cruz, defendieron justamente ese mismo argumento en las décadas de 1970 y 1980.[92] Según su hipótesis, las primitivas hembras homininas eran recolectoras diurnas de plantas y pequeños animales, que, dicho sea de paso, aportan más calorías que la caza masculina en la mayoría de las sociedades de cazadores-recolectores modernas. Las hembras recolectaban más de lo que necesitaban y lo compartían con otros miembros del grupo. Las que caminaban erguidas podían recolectar más alimentos, como lagartos, caracoles, tubérculos, huevos, frutos, termitas y raíces.

La ventaja añadida de compartir y cooperar llevaría a las hembras a aparearse con machos más sociables y menos agresivos. Y es posible que esos machos menos agresivos tuvieran asimismo dientes caninos más pequeños. Según la hipótesis de Tanner y Zihlman, las hembras homininas utilizaban palos para desenterrar raíces y tubérculos, y llevaban unos rudimentarios portabebés para

transportar a sus hijos. En otras palabras, la tecnología se inventó muy pronto, y fueron las hembras quienes lo hicieron. Se ha demostrado que en los bonobos y chimpancés las hembras constituyen el sexo con mayores habilidades tecnológicas, por lo que tendría sentido que también hubiera sido así en los primeros homininos.[93]

Es importante señalar que Tanner y Zihlman admitían que aunque el transporte —ya fuera de alimentos, herramientas o bebés— pudo haber sido el principal motor de la evolución de la bipedación, no fue su única ventaja. Una vez bípedos, los homininos podían escudriñar el paisaje en busca de posibles enemigos, intimidar y lanzar objetos a posibles depredadores y desplazarse más eficazmente de una zona de alimentación a otra. En otras palabras —sostenían—, no hubo una única razón por la que la bipedación resultó selectivamente beneficiosa para nuestros antepasados: fue todo un conjunto de beneficios lo que llevó a los homininos a caminar erguidos.

Tal vez, entonces, buscar *la* razón de la marcha erguida sea fútil. Y aunque nunca sepamos por qué evolucionó la bipedación, ello no nos impide reflexionar acerca de cómo la marcha erguida desencadenó muchos de los cambios de nuestra anatomía y comportamiento que hoy nos hacen humanos. Pero entender el amanecer de la marcha erguida en nuestros primeros antepasados requiere postular ideas comprobables, que lleven aparejadas predicciones claras. Hemos de resistirnos a los relatos no comprobables y hacer ciencia de verdad. Debe haber la máxima integración posible entre lo que *podría* haber ocurrido y lo que de hecho ocurrió.

Y para eso, necesitamos fósiles.

---

[65] Jonathan Kingdon, *Lowly Origin: When, Where, and Why Our Ancestors First Stood Up*, Princeton (Nueva Jersey): Princeton University Press, 2003, p. 16.

[66] Platón, *El banquete*, trad. cast. disponible en tinyurl.com/szkzcaj5.

[67] Russell H. Tuttle, David M. Webb y Nicole I. Tuttle, «Laetoli Footprint Trails and the Evolution of Hominid Bipedalism», en Yves Coppens y Brigitte Senut (eds.), *Origine(s) de la bipédie chez les hominidés*, París: Éditions du CNRS, 1991, pp. 187-198.

[68] Napier (1964) escribía: «La bipedación ocasional es casi la norma entre los primates». John R. Napier, «The Evolution of Bipedal Walking in the Hominids», *Archives de Biologie (Liège),* 75 (1964), pp. 673-708. En otras palabras: la capacidad está presente en mayor o menor medida, pero, con frecuencia, no así el incentivo. El paleontólogo Mike Rose también argumentaba que la bipedación formó parte del repertorio locomotor del último antepasado común, y lo que está en cuestión es qué provocó el aumento de la frecuencia de ese comportamiento en los homininos. Michael D. Rose, «The Process of

Bipedalization in Hominids», en Yves Coppens y Brigitte Senut (eds.), *Origine(s) de la bipédie chez les hominidés*, París: Éditions du CNRS, 1991, pp. 37-48. El antropólogo Jon Marks señalaba asimismo que la marcha bípeda no es un hecho novedoso, sino la evolución de una bipedación exclusiva; argumentaba que el comportamiento precedió a la morfología, lo que haría de la bipedación hasta cierto punto un rasgo lamarckiano. Jon Marks, «Genetic Assimilation in the Evolution of Bipedalism», *Human Evolution*, vol. 4, n.º 6 (1989), pp. 493-499. También Tuttle argumentaba que «la bipedación precedió a la aparición de los homínidos», dado que todos los simios son ocasionalmente bípedos. Russell H. Tuttle, «Evolution of Hominid Bipedalism and Prehensile Capabilities», *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 292 (1981), pp. 89-94.

[69] Tuttle ideó otros nombres igualmente pintorescos para las diversas hipótesis, como «el besugo», «la gabardina», «todo mojado», «el pegote», «el calentorro», «dos pies son mejor que cuatro», «los libertinos llegan más lejos», «movilidad ascendente» y «dales donde más duele». Tuttle, Webb y Tuttle, «Laetoli Footprint Trails», pp. 187-198.

[70] Jean-Baptiste Lamarck, *Philosophie zoologique, ou Exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux,* París: Musée d'Histoire Naturelle, 1809 [trad. cast.: *Filosofía zoológica*, Madrid: La Oveja Roja, 2017].

[71] Nina G. Jablonski y George Chaplin, «Origin of Habitual Terrestrial Bipedalism in the Ancestor of the Hominidae», *Journal of Human Evolution*, vol. 24, n.º 4 (1993), pp. 259-280.

[72] A. Kortlandt, «How Might Early Hominids Have Defended Themselves Against Large Predators and Food Competitors?», *Journal of Human Evolution*, 9 (1980), pp. 79-112.

[73] Kevin D. Hunt, «The Evolution of Human Bipedality: Ecology and Functional Morphology», *Journal of Human Evolution*, vol. 26, n.º 3 (1994), pp. 183-202. Craig B. Stanford, *Upright: The Evolutionary Key to Becoming Human*, Nueva York: Houghton Mifflin Harcourt, 2003. Craig B. Stanford, «Arboreal Bipedalism in Wild Chimpanzees: Implications for the Evolution of Hominid Posture and Locomotion», *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 129, n.º 2 (2006), pp. 225-231.

[74] Richard Wrangham, Dorothy Cheney, Robert Seyfarth y Esteban Sarmiento, «Shallow-Water Habitats as Sources of Fallback Foods for Hominins», *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 140, n.º 4 (2009), pp. 630-642.

[75] *Sir* Alister Hardy, «Was Man More Aquatic in the Past?», *New Scientist*, 17 de marzo de 1960. Elaine Morgan, *The Aquatic Ape: A Theory of Human Evolution*, Nueva York: Stein & Day, 1982. Elaine Morgan, *The Aquatic Ape Hypothesis: Most Credible Theory of Human Evolution*, Londres: Souvenir Press, 1999. Elaine Morgan, «I believe we evolved from aquatic apes», TED.com, julio de 2009, https://www.ted.com/talks/elaine_morgan_i_believe_we_evolved_from_aquatic_apes [tinyurl.com/5fsbcx8k]. David Attenborough, «The Waterside Ape», BBC Radio, 14 de septiembre de 2016, https://www.bbc.co.uk/programmes/b07v0hhm [tinyurl.com/3t3evvsv]. Véase también Marc

Verhaegen, Pierre-François Puech y Stephen Murro, «Aquarboreal Ancestors?», *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 17, n.º 5 (2002), pp. 212-217. Algis Kuliukas, «Wading for Food the Driving Force of the Evolution of Bipedalism?», *Nutrition and Health*, 16 (2002), pp. 267-289.

[76] Lo que le falta a la hipótesis del simio acuático en cuanto a datos que la sustenten lo compensa con una implacable campaña de *marketing*. Los defensores de esta idea utilizan Twitter, el correo electrónico, la sección de comentarios de YouTube y las reseñas de libros de Amazon para promover una u otra versión de la hipótesis. Por ejemplo, he encontrado montones de reseñas en Amazon que asignan solo dos estrellas a determinados libros, incluidos libros de texto, solo por el hecho de que no respaldan la hipótesis del simio acuático como *la* explicación del origen de la marcha bípeda. Puede verse un análisis que desmonta la hipótesis del simio acuático en John H. Langdon, «Umbrella Hypotheses and Parsimony in Human Evolution: A Critique of the Aquatic Ape Hypothesis», *Journal of Human Evolution*, vol. 33, n.º 4 (1997), pp. 479-494. Para obtener información sobre el uso humano del agua, véase Herman Pontzer *et al.*, «Evolution of Water Conservation in Humans», *Current Biology*, vol. 31, n.º 8 (2021), pp. 1.804-1.810.e5.

[77] Björn Merker, «A Note on Hunting and Hominid Origins», *American Anthropologist*, vol. 86, n.º 1 (1984), pp. 112-114. Kingdon, *Lowly Origin*, 2003. R. D. Guthrie, «Evolution of Human Threat Display Organs», *Evolutionary Biology*, vol. 4, n.º 1 (1970), pp. 257-302. David R. Carrier, «The Advantage of Standing Up to Fight and the Evolution of Habitual Bipedalism in Hominins», *PLOS ONE*, vol. 6 , n.º 5 (2011), e19630. Uner Tan, «Two Families with Quadrupedalism, Mental Retardation, No Speech, and Infantile Hypotonia (Uner Tan Syndrome Type-II): A Novel Theory for the Evolutionary Emergence of Human Bipedalism», *Frontiers in Neuroscience*, vol. 8, n.º 84 (2014), pp. 1-14. Anthony R. E. Sinclair, Mary D. Leakey y M. Norton-Griffiths, «Migration and Hominid Bipedalism», *Nature*, 324 (1986), pp. 307-308. Edward Reynolds, «The Evolution of the Human Pelvis in Relation to the Mechanics of the Erect Posture», *Papers of the Peabody Museum of American Archaeology and Ethnology*, 11 (1931), pp. 255-334. Isabelle C. Winder *et al.*, «Complex Topography and Human Evolution: The Missing Link», *Antiquity*, vol. 87, n.º 336 (2013), pp. 333-349. Milford H. Wolpoff, *Paleoanthropology*, Nueva York: McGraw-Hill College, 1998. Sue T. Parker, «A Sexual Selection Model for Hominid Evolution», *Human Evolution*, 2 (1987), pp. 235-253. Adrian L. Melott y Brian C. Thomas, «From Cosmic Explosions to Terrestrial Fires», *Journal of Geology*, vol. 127, n.º 4 (2019), pp. 475-481.

[78] Véase también Carolyn Brown, «IgNobel (2): Is That Ostrich Ogling Me?», *Canadian Medical Association Journal*, vol. 167, n.º 12 (2002), p. 1.348.

[79] Y más razones para ser escépticos al respecto. En 2008, Ken Sayers y C. Owen Lovejoy adoptaron una postura conocida como «paradoja de Jolly» para argumentar en contra de la idea de usar el comportamiento bípedo en otros primates como base para

especular acerca de sus orígenes en los homininos. Sostenían que las circunstancias que subyacen a la locomoción bípeda en otros primates no pueden ser las mismas por las que los homininos empezaron a desplazarse sobre dos piernas, pues, de ser así, esos otros primates también habrían adoptado la marcha erguida a tiempo completo como forma de desplazarse. Ken Sayers y C. Owen Lovejoy, «The Chimpanzee Has No Clothes: A Critical Examination of *Pan troglodytes* in Models of Human Evolution», *Current Anthropology*, vol. 49, n.º 1 (2008), pp. 87-114.

[80] Poco después de nuestra entrevista, Disotell aceptó un nuevo puesto en la Universidad de Massachusetts en Amherst.

[81] Especifico aquí «plenamente» porque los linajes rara vez experimentan una especiación rápida; antes bien, su división suele ser un proceso lento e irregular en el que durante un tiempo sigue habiendo hibridación antes de que los linajes acaben quedando reproductivamente aislados. Véase Nick Patterson, Daniel J. Richter, Sante Gnerre, Eric S. Lander y David Reich, «Genetic Evidence for Complex Speciation of Humans and Chimpanzees», *Nature*, 441 (2006), pp. 1.103-1.108. Alywyn Scally *et al.*, «Insights into Hominid Evolution from the Gorilla Genome Sequence», *Nature*, 483 (2012), pp. 169-175. Además, existe un efecto remanente de una divergencia más antigua (es decir, de hace doce millones de años) entre humanos y chimpancés, que desplazaría la divergencia entre monos y simios a principios del Oligoceno. Esto no concuerda con los registros fósiles, que han aportado pruebas de la existencia de antepasados comunes a simios y monos hace veintinueve millones de años.

[82] Los antropólogos Henry McHenry y Peter Rodman decían que la bipedación era «la forma de vivir de un simio donde un simio no podía vivir». Roger Lewin, «Four Legs Bad, Two Legs Good», *Science*, 235 (1987), pp. 969-971.

[83] Peter E. Wheeler, «The Evolution of Bipedality and the Loss of Functional Body Hair in Hominids», *Journal of Human Evolution*, vol. 13, n.º 1 (1984), pp. 91-98. Peter E. Wheeler, «The Thermoregulatory Advantages of Hominid Bipedalism in Open Equatorial Environments: The Contribution of Increased Convective Heat Loss and Cutaneous Evaporative Cooling», *Journal of Human Evolution*, vol. 21, n.º 2 (1991), pp. 107-115.

[84] Michael D. Sockol, David A. Raichlen y Herman Pontzer, «Chimpanzee Locomotor Energetics and the Origin of Human Bipedalism», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 104, n.º 30 (2007), pp. 12.265-12.269.

[85] En su artículo original de 2007, Sockol *et al.* informaban de un cuádruple consumo de energía en los chimpancés que en los humanos; posteriormente la cifra se ha actualizado hasta reducirla al doble. Véase Herman Pontzer, David A. Raichlen y Michael D. Sockol, «The Metabolic Cost of Walking in Humans, Chimpanzees, and Early Hominins», *Journal of Human Evolution*, vol. 56, n.º 1 (2009), pp. 43-54. Herman Pontzer, David A. Raichlen y Peter S. Rodman, «Bipedal and Quadrupedal Locomotion in Chimpanzees», *Journal of Human Evolution*, 66 (2014), pp. 64-82.

[86] Véase Herman Pontzer, «Economy and Endurance in Human Evolution», *Current*

Biology, vol. 27, n.º 12 (2017), pp. R613-R621. Lewis Halsey y Craig White, «Comparative Energetics of Mammalian Locomotion: Humans Are Not Different», *Journal of Human Evolution*, 63 (2012), pp. 718-722.

[87] Esta forma de locomoción se conoce en inglés como *knuckle-walking*. Hasta la fecha no se ha acuñado un término científico equivalente en español, aunque ocasionalmente se utiliza *nodopedalia*, un calco del portugués. (*N. del T.*).

[88] Susana Carvalho *et al.*, «Chimpanzee Carrying Behaviour and the Origins of Human Bipedality», *Current Biology*, vol. 22, n.º 6 (2012), pp. R180-R181. Son dos los tipos de nueces que consumen estos chimpancés, que yo combino bajo el nombre genérico de «nueces africanas»: las nueces de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) y las de *Coula* (*Coula edulis*).

[89] Gordon W. Hewes, «Food Transport and the Origin of Hominid Bipedalism», *American Anthropology*, vol. 63, n.º 4 (1961), pp. 687-710. Gordon W. Hewes, «Hominid Bipedalism: Independent Evidence for the Food-Carrying Theory», *Science*, vol. 146, n.º 3.642 (1964), pp. 416-418.

[90] C. Owen Lovejoy, «The Origin of Man», *Science*, vol. 211, n.º 4.480 (1981), pp. 341-350. C. Owen Lovejoy, «Reexamining Human Origins in Light of *Ardipithecus ramidus*», *Science*, vol. 326, n.º 5.949 (2009), pp. 74-74e8.

[91] Véanse los trabajos publicados en Lori Hager, *Women in Human Evolution*, Nueva York: Routledge, 1997.

[92] Nancy Tanner y Adrienne Zihlman, «Women in Evolution, Part I: Innovation and Selection in Human Origins», *Signs*, vol. 1, n.º 3 (1976), pp. 585-605. Adrienne Zihlman, «Women in Evolution, Part II: Subsistence and Social Organization Among Early Hominids», *Signs*, vol. 4, n.º 1 (1978), pp. 4-20. Nancy M. Tanner, *On Becoming Human*, Cambridge: Cambridge University Press, 1981.

[93] Thibaud Gruber, Zanna Clay y Klaus Zuberbühler, «A Comparison of Bonobo and Chimpanzee Tool Use: Evidence for a Female Bias in the *Pan* Lineage», *Animal Behavior*, vol. 80, n.º 6 (2010), pp. 1.023-1.033. Son hembras muchos de los primates innovadores de los que se habla en Frans de Waal, *The Ape and the Sushi Master: Cultural Reflections of a Primatologist*, Nueva York: Basic Books, 2008 [trad. cast.: *El simio y el aprendiz de sushi. Reflexiones de un primatólogo sobre la cultura*, Barcelona: Paidós, 2002]. Klaree J. Boose, Frances J. White y Audra Meinelt, «Sex Differences in Tool Use Acquisition in Bonobos (*Pan paniscus*)», *American Journal of Primatology*, vol. 75, n.º 9 (2013), pp. 917-926. En Fongoli, un área de Senegal donde se estudia a los chimpancés, estos cazan con palos afilados, sobre todo las hembras. Jill D. Pruetz *et al.*, «New Evidence on the Tool-Assisted Hunting Exhibited by Chimpanzees (*Pan troglodytes verus*) in a Savannah Habitat at Fongoli, Sénégal», *Royal Society of Open Science*, 2 (2015), 140507.

04

Los antepasados de Lucy

«Pero no debemos caer en el error de suponer que el primitivo progenitor de toda la estirpe simiesca, incluido el hombre, era idéntico o incluso estrechamente parecido a cualquier simio o mono existente».

CHARLES DARWIN, *El origen del hombre*, 1871[94]

A veces me preguntan cuándo vamos a encontrar los científicos el eslabón perdido entre los simios y los humanos. Yo les digo que ya lo hemos hecho.

La idea de un «eslabón perdido» presupone que en los registros fósiles debe de haber pruebas de un animal que no era ni humano ni simio, pero que poseía características de ambos. En 1891, el anatomista neerlandés Eugène Dubois buscaba fósiles en el río Solo, en la isla indonesia de Java. Él y su equipo recuperaron un molar, la parte superior de un cráneo y un hueso de la pierna de un hominino. La pierna indicaba que el hominino era bípedo, y el cráneo tenía una capacidad cerebral de novecientos quince centímetros cúbicos.[95] Hoy ningún humano adulto tiene un cerebro tan pequeño y ningún simio lo tiene tan grande; de hecho, el tamaño cerebral del cráneo en cuestión se situaba casi exactamente a medio camino entre el del chimpancé medio y el del humano medio. Así que *voilà!*: un eslabón perdido.

Dubois dio a su descubrimiento el nombre de *Pithecanthropus erectus*, que viene a significar más o menos «hombre-mono erguido». Actualmente el hominino del que proceden esos fósiles se conoce simplemente como *Homo erectus*, y los paleoantropólogos han encontrado decenas de ellos en África, Asia y Europa. Es imposible exagerar la enorme importancia del descubrimiento de

Dubois, puesto que demostraba que antaño hubo en este planeta una criatura que salvó la brecha —al menos en términos de tamaño del cerebro— entre los simios modernos y los humanos modernos. El eslabón «perdido» había dejado de estarlo.

Sin embargo, el concepto de «eslabón perdido» implica también otra idea sobre la evolución humana; y una idea que además resulta tremendamente inexacta. Presupone que *todas* las diferencias entre los humanos y los simios evolucionaron gradualmente y de forma paralela. En otras palabras, implica que un hominino como *Pithecanthropus erectus*, con un cerebro a medio camino entre el simio y el humano, también debía de desplazarse como si fuera mitad simio y mitad humano: caminando encorvado sobre sus dos piernas y arrastrando los pies de forma ineficiente. Incluso Dubois pensaba así.

En 1900, Dubois y su hijo hicieron una elaborada escultura en yeso de un *Pithecanthropus erectus* desnudo para la Exposición Universal de París.[96] La estatua de este hominino de cerebro pequeño observa con rostro inexpresivo una herramienta que sujeta en la mano derecha. Está erguido, pero se apoya en unos pies simiescos con largos dedos prensiles, el mayor de los cuales sobresale hacia un lado como un pulgar.

Una década después, el paleontólogo francés Marcellin Boule publicó su análisis de un esqueleto de neandertal casi completo descubierto en una cueva de La Chapelle-aux-Saints, Francia. El cráneo, de gran tamaño, albergaba un cerebro mayor que el de un humano medio. Sin embargo, Boule concluyó que no se trataba de un *Homo sapiens*: el cráneo del neandertal de La Chapelle tiene la cara grande y saliente, y un prominente arco superciliar; y asimismo, carece de la elevada frente característica de la mayoría de los humanos. Pero la forma en que Boule interpretó el cuerpo era reveladora: reconstruyó el esqueleto encorvado y dotado de unos pies de tipo simiesco con dedos gordos prensiles.[97]

El mensaje era obvio: si no era como nosotros, tampoco caminaba como nosotros. Pero ninguna de todas esas interpretaciones ha resistido la prueba del tiempo.

Otros fósiles, e incluso diversas huellas fosilizadas, han revelado que tanto *Homo erectus* como los neandertales se apoyaban en unos pies similares a los humanos. La capacidad de marchar erguidos y a zancadas se remonta mucho más atrás de lo que Dubois o Boule imaginaban. Para ver cómo, debemos centrar nuestra atención en el que constituye el punto de partida de todo lo que sabemos sobre la evolución humana: el esqueleto fósil que se ha convertido en el icono de nuestra disciplina.

El esqueleto en cuestión fue descubierto el 24 de noviembre de 1974 por Donald

Johanson, paleoantropólogo de la Universidad Estatal de Arizona, cerca de la aldea de Hadar, en el estado regional de Afar, en el norte de Etiopía.[98] Nunca antes se había encontrado un esqueleto tan completo de un australopiteco, que resultó ser de una nueva especie a la que Johanson y sus colegas denominaron *afarensis*.[99]

La noche en que se encontró el esqueleto, el equipo de descubridores organizó una celebración en la que escucharon una y otra vez el álbum *Sgt. Pepper's Lonely Hearts Club Band* de los Beatles en un reproductor de casetes. Durante la enésima reproducción de uno de los temas, «Lucy in the Sky with Diamonds», uno de los miembros del equipo sugirió llamar *Lucy* al esqueleto. Y el nombre cuajó.[100]

Los científicos a veces la denominan «A. L. 288-1», un número de catalogación que indica que fue el primer fósil hallado en el yacimiento número 288 de la localidad de Afar. Por su parte, muchos etíopes la llaman *Dinkinesh*, una palabra amárica que significa «eres maravillosa».

En marzo de 2017 viajé a Etiopía para estudiar los huesos de Lucy en el Museo Nacional de Adís Abeba, una bulliciosa ciudad africana enclavada entre colinas a más de dos mil metros sobre el nivel del mar y con una creciente población cuya cifra se acerca a la de Los Ángeles. En la calle del Rey Jorge VI, un edificio de tres plantas alberga una réplica de Lucy que todo el mundo puede ver. Pero detrás del museo público se alza un gran edificio donde se guardan los auténticos fósiles. Esta fortaleza de hormigón, que parece haber sido construida por un arquitecto brutalista, cuenta con unas escaleras en torno a un atrio central cuyo diseño invita a pensar en un dibujo de Escher.

En una de sus alas, un sótano del tamaño de un campo de fútbol alberga decenas de miles de fósiles de especies extintas de elefantes, jirafas, cebras, ñúes, facóqueros y antílopes. Tras las puertas cerradas se escucha el zumbido de los martillos neumáticos en miniatura con los que los pacientes operarios del museo limpian los fósiles eliminando grano a grano la tierra endurecida adherida a los huesos.

En la tercera planta, una serie de salas intercomunicadas dan cobijo a los fósiles más preciados, restos de antiguos humanos protegidos en cajas fuertes a prueba de explosivos. El día que llegué, las ventanas estaban abiertas. Por ellas se colaba el estridente sonido de las oraciones en amárico de las cercanas iglesias cristianas, junto con una brisa cálida que traía efluvios de granos de café tostados y de gasóleo. La estancia estaba en penumbra, ya que en Adís Abeba son frecuentes los cortes de electricidad.

Lucy estaba repartida en tres bandejas de madera: una contenía trozos de

cráneo y la mandíbula, junto con huesos de los brazos y las manos; otra, costillas y vértebras; y la tercera, la pelvis y huesos de las piernas y de los pies. Los fósiles están encajados en suaves receptáculos de material acolchado de color gris pizarra cuya forma se ajusta con precisión a cada uno de ellos. Unas tiras de papel blanco etiquetan cada hueso, desde el A. L. 288-1a, un fragmento de cráneo, hasta el A. L. 288-1bz, la clavícula. Los huesos de Lucy son de color canela con manchas grises y ciertos matices de verde oliva: los colores que absorbieron de los minerales del entorno al fosilizarse.

Todos los huesos cuentan una historia, y los de Lucy nos revelan muchas cosas sobre su vida. Los extremos de los huesos de sus brazos y piernas tienen los cartílagos de crecimiento fusionados, lo que indica que cuando murió era una adulta hecha y derecha. Ya le habían salido las muelas del juicio, pero tampoco están muy desgastadas, lo que denota que aún era joven. Si se tratara de un ser humano moderno, el desgaste correspondería a una mujer de veintipocos años, pero sus dientes también muestran indicios de que los australopitecos maduraban antes que los humanos actuales, por lo que, de hecho, Lucy todavía no había cumplido los veinte cuando murió. La causa de su muerte no está del todo clara, aunque algunos han sugerido que las fracturas de sus huesos concuerdan con una caída desde un árbol.[101] Dos marcas de mordiscos en la pelvis revelan que un carroñero dio con ella antes de que se la tragara el barro de la orilla de un antiguo lago.

Lucy era menuda: medía entre un metro y un metro veinte de estatura, y sus articulaciones corresponden más o menos a la envergadura de una persona de unos treinta kilos de peso. En otras palabras, tenía aproximadamente el tamaño de un niño humano moderno de siete años. Resulta aún más pequeña en comparación con otros fósiles de su especie hallados en Hadar, lo que hace pensar que de hecho se trataba de una hembra. El volumen de su cerebro era ligeramente mayor que el de un chimpancé medio, más o menos del tamaño de una naranja grande. Pero, a diferencia del chimpancé, caminaba por su mundo sobre dos piernas. Lucy era bípeda.

A veces mis alumnos me preguntan a qué época me gustaría viajar si mis colegas del Departamento de Física de la universidad inventaran una máquina del tiempo. No tengo ninguna duda: iría a la Etiopía de hace 3,18 millones de años y pasaría el día con Lucy. La seguiría a todas partes para ver cómo se desplazaba, cómo vivía, cómo podría cuidar a un bebé, qué comía y cómo interactuaba con otros miembros de su grupo. Llevaría equipamiento científico para medir todos los detalles que pudiera de su forma de andar y calcular las fuerzas que ejercía sobre sus articulaciones.

Obviamente, esa no es una opción real. En su lugar, solo disponemos de un conjunto de huesos escasos y fragmentados para reconstruir la vida de nuestros ancestros. Pero ¿cómo podemos *saber* a partir de un puñado de viejos huesos que Lucy y los suyos caminaban sobre dos piernas? Las pistas esqueléticas que nos lo indican se encuentran literalmente repartidas de la cabeza a los pies.

Aunque no caminamos con la cabeza, resulta que esta revela nuestra *forma* de andar. Todos los animales tienen un orificio en el cráneo —el foramen magno— por el que pasa la médula espinal del cerebro al resto del cuerpo. En los animales que caminan a cuatro patas, como los guepardos y los chimpancés, el foramen magno está situado hacia la parte posterior del cráneo, alineando la cabeza con su columna vertebral horizontal. Pero en los humanos el orificio se sitúa justo en la parte inferior, lo que ayuda a equilibrar la cabeza sobre una columna vertebral que en nuestro caso se halla en posición vertical. Esta es justamente la pista anatómica que llevó a Raymond Dart a concluir que el joven australopiteco de Taung era bípedo.

Por desgracia, solo se encontraron fragmentos de la cabeza de Lucy, por lo que no es posible reconstruir dónde estaba su foramen magno. Sin embargo, ese no fue el único descubrimiento que Johanson hizo en Etiopía. También encontró los restos fosilizados de todo un grupo de *Australopithecus afarensis*. Los llamó la «Primera Familia».

Uno de los hallazgos del yacimiento de la Primera Familia fue el de la parte posterior e inferior de un cráneo que conserva el foramen magno. La posición de este es la misma que en los humanos modernos: justo en la parte inferior. Diversos descubrimientos recientes de cráneos de australopitecos más completos han confirmado este hallazgo. La especie de Lucy tenía la cabeza erguida y apoyada en una columna vertebral vertical.

Aunque el cráneo de Lucy no está completo, su esqueleto posee una columna vertebral magníficamente conservada. En la mayoría de los mamíferos, la columna vertebral es horizontal o se dobla en un ligero arco en forma de media luna. Antes de aprender a andar, la columna vertebral de los bebés humanos también tiene esa misma forma; pero una vez que damos nuestros primeros pasos, la columna empieza a cambiar, adoptando una curva en forma de S.[102] Esta curva reorienta el torso y la cabeza en una posición equilibrada sobre las caderas. Pero lo más importante es la curva de la base de la columna, lo que se conoce como lordosis lumbar. Es la que da a nuestra región lumbar su forma característica, y es exclusiva de los humanos que caminan erguidos. Las vértebras fósiles de Lucy exhiben esta curva en forma de S, exactamente igual que en los actuales humanos.

Del cuello para abajo, la diferencia más obvia entre un esqueleto humano y el de un chimpancé es la pelvis. El chimpancé tiene una pelvis alta y plana que ancla unos músculos llamados glúteos menores a la parte posterior del animal.[103] Eso les permite patear hacia atrás, un movimiento que resulta útil para impulsar el cuerpo hacia arriba cuando hay que trepar a un árbol. Pero cuando un chimpancé camina sobre dos patas, corre el constante peligro de caerse, lo que le obliga a bambolearse de un lado a otro: una forma agotadora de caminar.

La pelvis humana es más corta, más robusta y tiene forma de cuenco, y ancla los músculos mencionados a los costados del cuerpo. Cuando damos un paso, estos músculos se contraen para mantener el cuerpo erguido y equilibrado. Pruébelo. Cuando camine, sienta cómo se tensan los músculos de su cadera para evitar que se caiga. Ello se debe a la forma de nuestra pelvis.

¿Y qué hay de Lucy? Su pelvis es corta y robusta, como una versión reducida de la nuestra. Sus huesudas caderas están situadas en los costados del cuerpo, lo que significa que los músculos de estas la mantenían erguida y equilibrada cuando caminaba por el mundo con sus dos piernas.[104]

Al desplazarnos aún más abajo desde la pelvis, nos encontramos con uno de los mejores lugares donde encontrar pruebas de la marcha bípeda: la rodilla. En los recién nacidos, el hueso más largo del cuerpo, el fémur, está recto; pero cuando los bebés empiezan a caminar, la presión descendente hace que el extremo del fémur en crecimiento se incline. Esta inclinación, conocida como ángulo bicondilar, solo se desarrolla en individuos que caminan sobre dos piernas. Los chimpancés no la desarrollan, como tampoco los humanos que nacen tetrapléjicos y nunca llegan a andar.[105] Si la rodilla de Lucy mostraba ese ángulo, *tenía* que caminar sobre dos piernas, puesto que no hay ningún otro modo de que se forme.

Johanson encontró la rodilla izquierda de Lucy, pero estaba aplastada y no era fácil recomponerla. Sin embargo, el paleoantropólogo había ido a Hadar por primera vez el año anterior al descubrimiento de Lucy, y el primer fósil de hominino que había encontrado en esa ocasión era justamente una rodilla. Esta exhibía el ángulo bicondilar. Tenía que proceder, pues, de algún ser que caminaba sobre dos piernas.[106]

Al ser bípedos, la única parte de nuestro cuerpo que entra directamente en contacto con el suelo son los pies. Por tanto, parece lógico que algunas de las adaptaciones anatómicas clave para la marcha erguida se encuentren precisamente ahí. Tenemos grandes talones, tobillos rígidos y largos tendones de Aquiles. A diferencia de todos los demás primates del planeta, nuestro dedo gordo no es prensil y está alineado con los demás dedos. Esto, junto con el hecho

de tener las plantas de los pies largas, rígidas y arqueadas, nos ayuda a impulsarnos en cada paso. También tenemos dedos cortos que se doblan hacia arriba al despegarnos del suelo. Con los dedos de los simios ocurre justo lo contrario: son largos y se doblan hacia abajo debido a su función prensil.

Los huesos de los pies de Lucy y la Primera Familia son sorprendentemente similares a los humanos. Tienen grandes talones, y el tobillo de Lucy se asemeja mucho a una versión reducida del mío. Aunque Lucy tenía los dedos de los pies largos y ligeramente curvados, sus huesos se inclinan hacia arriba, lo que indica que se despegaba del suelo con los dedos, como hace un ser humano al caminar.

Los huesos de Lucy confirmaban lo que otros descubrimientos anteriores realizados en Sudáfrica solo habían dejado entrever: la bipedación apareció en una etapa temprana de nuestra historia evolutiva.

Los fósiles de australopitecos descubiertos por Raymond Dart y Robert Broom en diversas cuevas sudafricanas en las décadas de 1930 y 1940 eran de carácter fragmentario: una rodilla por aquí, una mandíbula inferior por allá… Más allá de eso, los paleontólogos solo habían descubierto un esqueleto parcial, el de una hembra joven que se catalogó con el nombre de Sts 14. Su pelvis y su columna vertebral también eran bastante similares a las de los humanos, lo que indicaba que se mantenía erguida y caminaba sobre dos piernas. Pero nunca se encontró su cabeza.[107]

Los cráneos fosilizados descubiertos en las mencionadas cuevas eran de homininos cuyos cerebros tenían aproximadamente el tamaño del de los gorilas. Parecía, pues, que la marcha erguida se produjo antes de que la envergadura del cerebro empezara a aumentar, pero hasta Lucy no se había encontrado ningún esqueleto de antiguo hominino que conservara tanto la cabeza como, al menos, parte del cuerpo.

Lucy era solo eso: un australopiteco con un pequeño cerebro del tamaño del de un simio y un cuerpo parecido al humano. Dubois y Boule se equivocaron. Nunca existió un antepasado encorvado cuya forma de andar se situara entre la de los humanos y la de los simios y que poseyera un cerebro a medio camino entre el de los simios y el de los humanos. Lejos de ello, nuestros grandes cerebros evolucionaron bastante tarde en comparación con la bipedación, que apareció en una fase más temprana.

Pero ¿cuánto más temprana?

En el siglo XVII, el teólogo James Ussher afirmaba que la Tierra había iniciado su existencia a las seis de la tarde del sábado 22 de octubre del 4004 a. C., una fecha agraciada con una extraordinaria precisión, pero que según todo lo que la

ciencia moderna ha aprendido sobre nuestro mundo, no resulta veraz en absoluto. A menudo hay que elegir entre la precisión y la veracidad. Los geólogos han optado por esta última.[108]

Se calcula que Lucy vivió y murió hace unos 3,18 millones de años. Comparada con los cálculos de Ussher, esta fecha resulta veraz pero bastante imprecisa. Por más que me gustara poder escribir que Lucy murió a las 8:10 de la mañana del 11 de julio de hace 3.181.824 años, no puedo hacer eso. Nuestras técnicas de datación de fósiles nos dan cifras aproximadas, con un margen de error de diez mil años si tenemos suerte. Para entender por qué, tenemos que volver a sumergirnos un poco más en el campo de la química.

Cuando un volcán entra en erupción, arroja roca fundida y cenizas. Este tóxico brebaje expulsado del viscoso manto terrestre contiene un determinado isótopo del potasio (K). La mayor parte del potasio presente en la Tierra corresponde al isótopo estable ^{39}K, pero el que nos interesa para la datación de los fósiles tiene un neutrón más, lo que lo convierte en ^{40}K. Se trata de un isótopo radiactivo, lo que significa que es inestable y no quiere seguir siendo ^{40}K. Y al desintegrarse, se convierte en un elemento distinto, argón (^{40}Ar), un gas inerte que abandona la roca y se incorpora a la atmósfera de forma inocua. Pero, por suerte para nosotros, no todo el argón se escapa.

Las rocas y cenizas creadas en el infierno de las erupciones volcánicas suelen contener unos cristales, llamados feldespatos, que también albergan potasio radiactivo. Pero cuando *este* potasio en concreto se desintegra, el argón resultante queda atrapado en el interior de los cristales. Con el paso del tiempo se acumula cada vez más argón en ellos, y lo hace siempre a un ritmo constante, conocido como semivida. Así pues, la desintegración del isótopo de potasio nos proporciona una provechosa técnica de datación, como si las rocas llevaran un reloj incorporado. La datación por carbono funciona de manera muy similar, pero solo es útil para datar objetos que no superen los cincuenta mil años de antigüedad. Para cualquier cosa que sea más antigua, como Lucy, necesitamos un isótopo como el ^{40}K.

Para entender cómo funciona esta técnica, pensemos en una jarra de cerveza. Cuando un camarero sirve una Guinness, se forma un montón de espuma. Luego esa espuma se va «desintegrando» poco a poco y se transforma en cerveza. Esto ocurre a un ritmo constante: la mitad de la espuma se convierte en cerveza aproximadamente en un minuto; la mitad de la espuma que queda lo hace en otro minuto; la mitad de la que queda tarda otro minuto más, y así sucesivamente, hasta que solo queda una fina película de espuma. De modo que sabemos que una jarra de cerveza con mucha espuma se acaba de servir, mientras

que una jarra sin espuma lleva más tiempo ahí. Lo mismo ocurre con el ^{40}K y el ^{40}Ar: una roca con mucho potasio radiactivo es relativamente joven, mientras que una roca con mucho argón es más antigua.[109] Midiendo la cantidad de cada elemento, podemos determinar *cuánto* más antigua es.

Obviamente, los huesos de Lucy no están hechos de ceniza volcánica, por lo que no pueden datarse con esta técnica. Pero dichos huesos se encontraron en sedimentos situados sobre una capa de ceniza volcánica endurecida llamada toba. Los geólogos tomaron muestras de la toba, aislaron los cristales de feldespatos y utilizaron un espectrómetro de masas para medir las cantidades de ^{40}K y ^{40}Ar que contenían. La proporción entre ambos dio como resultado una fecha aproximada de hace 3,22 millones de años.

Dado que los huesos de Lucy se encontraron por encima de esta capa, sabemos que murió hace menos de 3,22 millones de años, pero eso no nos dice cuándo. Podría haber sido hace tres millones de años, hace un millón de años, hace cincuenta mil años o en 1965, lo cual no resulta muy útil.

Por fortuna, África Oriental es una zona tectónicamente activa, y sus volcanes volvieron a entrar en erupción, formando otra capa de toba justo por encima de sus huesos. Así que debió de morir en algún momento entre ambas erupciones. La capa de ceniza superior es de hace 3,18 millones de años.

Esto sitúa la muerte de Lucy en un intervalo de 40.000 años entre hace 3,22 y 3,18 millones de años. Como sus huesos se descubrieron mucho más cerca de la toba de hace 3,18 millones de años, estimamos que su muerte fue más próxima a esa fecha.[110] Nuestros métodos de datación de fósiles carecen de mayor precisión, pero no de veracidad.

Cuando se descubrió Lucy, en 1974, era el esqueleto parcial más antiguo de un humano extinto jamás hallado. El libro que escribió Johanson, *El primer antepasado del hombre*, fue un éxito de ventas, y serviría de inspiración a muchos futuros paleoantropólogos. Actualmente hay réplicas del esqueleto de Lucy en los museos de ciencias de todo el mundo. En Etiopía abundan los restaurantes que toman su nombre, e incluso ha aparecido retratada en cómics. Durante su viaje a Etiopía, en 2015, el presidente estadounidense Barack Obama puso especial empeño en verla, y en una cena oficial celebrada esa misma noche, declaró:

> *Es un recordatorio de que los etíopes, los estadounidenses y todos los pueblos del mundo formamos parte de la misma familia humana, de la misma cadena. Y como señaló acertadamente uno de los profesores que describían los fósiles, gran parte de las penalidades, los conflictos, la tristeza y la violencia que se producen en el mundo se deben a que olvidamos ese hecho. Nos fijamos en diferencias superficiales, en lugar*

de ver la conexión fundamental que todos compartimos.[111]

Lucy es hoy el punto de partida de todo lo que creemos saber sobre la evolución humana.

En el museo, cogí su astrágalo, el hueso del pie que conecta con la espinilla. Es pequeño pero sólido. Al fin y al cabo, se trata de rocas, dado que la mayor parte del material orgánico hace tiempo que se descompuso. Pero esas rocas preservan una anatomía exquisitamente detallada. La articulación del tobillo es lisa y cuadrada, una versión reducida de la mía. Al examinarla con más detalle, observé una pequeña protuberancia en el punto de unión de un ligamento del pie que ayudaba a estabilizarlo cuando Lucy caminaba por terreno accidentado hace más de tres millones de años. En el fémur, las marcas donde se insertaba la musculatura de las caderas aparecen bien definidas. Esos músculos se habrían contraído y la habrían mantenido erguida a cada paso que daba en su marcha bípeda.

Cuando volvió la electricidad al museo, pude ver el brillo del alisado esmalte de sus dientes, y me concentré en lo que quedaba de su cráneo. Efectivamente, Dinkinesh.

Consideremos de nuevo el lugar que ocupa Lucy en la historia de la humanidad. Sabemos, por la comparación que hizo Todd Disotell del ADN humano con el de los simios africanos, que hace unos seis millones de años compartimos un antepasado común con los chimpancés y bonobos. Lucy vivió hace unos 3,18 millones de años, lo que significa que vivió más o menos en una época intermedia entre la de nuestro último antepasado común con los chimpancés y la de los humanos actuales.

El descubrimiento de Lucy revistió una enorme importancia para nuestra disciplina, pero abrió una brecha igualmente enorme de casi tres millones de años entre los australopitecos y nuestros primeros ancestros. Así suele funcionar la ciencia: un descubrimiento responde a algunas preguntas, pero plantea muchas otras cuestiones. ¿Qué hubo antes de Lucy y su especie? ¿A partir de qué otros ancestros evolucionaron los australopitecos? ¿También estos caminaban sobre dos piernas? ¿Hasta cuándo se remonta la bipedación?

Durante años, no tuvimos nada en lo que basarnos para tratar de responder a esas preguntas.

Sin embargo, a mediados de la década de 1990, la paleoantropóloga Meave Leakey, que a la sazón trabajaba en los Museos Nacionales de Kenia, descubrió una tibia de australopiteco en unos sedimentos depositados hace 4,2 millones de

años en un yacimiento llamado Kanapoi, en la orilla oeste del lago Turkana.[112] El fósil tiene una rodilla grande y plana, y una articulación del tobillo similar a la humana, lo que indica que procede de un hominino bípedo. Este descubrimiento alejaba aún más atrás en el pasado el origen de la bipedación, pero la brecha que lo separaba de nuestro antepasado común con los chimpancés seguía siendo descomunal: nada menos que dos millones de años.

Pero las cosas cambiaron durante un periodo de dieciocho meses de frenética actividad paleoantropológica que tuvo lugar entre enero de 2001 y julio de 2002, y en el que por fin se arrojó una tenue luz sobre nuestros primeros ancestros. Los extraordinarios descubrimientos realizados por tres diferentes equipos de investigación que trabajaban en tres zonas distintas de África hicieron retroceder el origen de la estirpe humana y de la marcha erguida desplazándolo del Plioceno (hace entre 2,6 y 5,3 millones de años) al Mioceno tardío (entre 5,3 y 11,6 millones de años). Estos fósiles revelaban que la marcha erguida se remonta a los mismos inicios del linaje de los homininos.

Sin embargo, estos hallazgos resultan controvertidos y ponen de manifiesto un lado oscuro de la paleoantropología.

Kenia se está partiendo literalmente por la mitad. La zona oriental forma parte de la placa tectónica somalí, y se está desplazando hacia el este a un ritmo de unos 60-70 milímetros al año. Eso es veinticinco veces más despacio de lo que tarda en crecer el pelo, pero a lo largo de varios millones de años ha abierto una profunda fractura conocida como el Gran Valle del Rift.

Cuando la tierra se desgarra, el agua se acumula en las zonas bajas, formando lagos. El viaje desde Nairobi hasta la cuenca de Baringo, que realicé en el verano de 2005, es un fantástico recorrido por los lagos keniatas del valle del Rift que pasa por cinco de los ocho más grandes del país: Naivasha, Elmenteita, Nakuru, Bogoria y Baringo. Los menos profundos, como Nakuru y Naivasha, albergan decenas de miles de flamencos, lo que hace que desde lejos sus orillas parezcan teñidas de un difuso color rosa. La carretera está plagada de baches, lo que hace que el viaje, que en teoría debería durar tres o cuatro horas, se prolongue durante seis o siete. Pero merece la pena.

Al noroeste del lago Baringo, la tierra desgarrada deja al descubierto una superposición de estratos de sedimentos inclinados y fragmentados que se extienden por una superficie del tamaño de la ciudad de Nueva York. Los estratos más antiguos se remontan a catorce millones de años atrás y conservan fósiles de antiguos simios, mientras que algunos de los estratos más jóvenes tienen solo medio millón de años y albergan los restos de nuestro inmediato antecesor

hominino, *Homo erectus*.

En algún momento entre esas dos épocas fue cuando echamos a andar.

A finales de 1999, los paleontólogos franceses Brigitte Senut y Martin Pickford realizaban prospecciones en la zona de las colinas Tugen, en la cuenca del Baringo. Allí extrajeron trozos de mandíbula, algunos dientes, un brazo, un hueso de un dedo y varios fémures fragmentarios de sedimentos de unos seis millones de años de antigüedad. La anatomía de aquellos fósiles de homininos no se parecía a nada conocido hasta entonces, y en enero de 2000 se apresuraron a anunciar que habían descubierto una nueva especie, a la que llamaron *Orrorin tugenensis*.[113]

Las inserciones musculares del brazo y los dedos largos y curvados indicaban que *Orrorin* sin duda se había sentido cómodo en los árboles, pero el fémur más completo contaba una historia más interesante.

En la parte superior del fémur de todos los mamíferos hay una bola que encaja en una cavidad de la pelvis. Por debajo, la bola tiene un «cuello» que la separa de la parte del hueso donde se insertan los importantísimos músculos glúteos menores. En la mayoría de los mamíferos ese cuello es corto, pero, en cambio, en los humanos es largo, lo que proporciona a los glúteos menores el apoyo necesario para mantenernos equilibrados cuando caminamos con nuestros dos pies. Con un cuello femoral largo, los músculos de las caderas no tienen que emplear tanta energía al desplazarnos de un punto a otro.

El cuello del fémur de *Orrorin* era largo como el nuestro. De modo que tenía la capacidad de caminar sobre dos piernas. Pero ¿lo *hacía*? Si Senut y Pickford hubieran encontrado el *otro* extremo del fémur, la parte de la rodilla, podríamos saberlo con más certeza, pero la parte que encontraron sin duda resulta convincente por sí sola: indica que *Orrorin* tenía un cuerpo o, al menos, una articulación de cadera adaptados para la marcha bípeda en el suelo.[114]

Por muy convincentes que sean, no obstante, los fósiles de *Orrorin* constituyen un recordatorio de que la ciencia de la paleoantropología corre a cargo de un primate imperfecto: nosotros. Así, junto con dos décadas de razonables discrepancias científicas al respecto, estos fósiles han generado también un drama más propio de las telenovelas que de *El origen de las especies*.

El lector interesado puede consultar en otra parte los detalles del caso, que incluyen denuncias de falsificación de permisos, extracción ilegal de fósiles y cárceles keniatas; pero lo más trágico para nuestra disciplina es que actualmente se desconoce el paradero exacto de los fósiles de *Orrorin*.[115] Se rumorea que están en una caja de seguridad en la cámara acorazada de un banco de Nairobi, inaccesible para los más de 7.000 millones de parientes actuales de la especie.[116]

Los fósiles —la única prueba de la existencia de estos antiguos homininos— merecen algo mejor: merecen que se cuente su historia.

Solo seis meses después de que el descubrimiento de *Orrorin* se diera a conocer al mundo, el paleoantropólogo etíope Yohannes Haile-Selassie, por entonces estudiante de posgrado en el laboratorio de Tim White en la Universidad de California en Berkeley, y actualmente conservador de la Sección de Antropología Física del Museo de Historia Natural de Cleveland, anunció el descubrimiento de *Ardipithecus kadabba*, una segunda especie de hominino del Mioceno.[117] Los fósiles —una mandíbula, algunos dientes y unos pocos huesos de debajo del cuello— se descubrieron en unos sedimentos etíopes datados hace unos 5-6 millones de años.

El diente canino era de pequeño tamaño, lo que sugiere que *Ardipithecus* (o ardipiteco) *kadabba* formaba parte de nuestra estirpe, y no era un antiguo chimpancé o gorila. Pero ¿podía caminar de forma bípeda como *Orrorin*? Tal vez.

El único fósil del ardipiteco encontrado de cintura para abajo era un único hueso del dedo de un pie. Era largo y curvado, lo que indicaba que procedía de un animal que tenía los pies prensiles, como los simios actuales. Pero ese hueso también mostraba una inclinación hacia arriba en la base, donde se habría unido al antepié. Eso nos dice que los dedos de *Ardipithecus kadabba* podrían haberse doblado hacia arriba, como ocurre con los nuestros al despegarnos del suelo en nuestra marcha bípeda.

Poco después, en 2002, la comunidad paleoantropológica volvió a verse sorprendida por el anuncio del hallazgo de otro fósil extraordinariamente antiguo y desconcertante. Se había encontrado el 19 de julio de 2001, cuando Djimdoumalbaye Ahouta, un estudiante de posgrado del Chad, exploraba el desierto de Djurab, en la región septentrional de este país centroafricano. Ahouta formaba parte de un equipo dirigido por el paleontólogo francés Michel Brunet, que llevaba años trabajando en esa zona de África.

Tuve ocasión de hablar personalmente con este último en el Collège de France el Día de Acción de Gracias de 2019. Su despacho está situado a la sombra del Panteón de París, lo cual me pareció de lo más apropiado, dado que Brunet es uno de los gigantes de la paleontología.

—Yo descubrí los yacimientos —me explicó en un inglés con un perceptible acento francés—. Sabía que allí encontraríamos algo. Le dije a Ahouta: «Tú eres el mejor buscador de fósiles. Lo encontrarás».

La prospección en busca de fósiles no es tarea fácil. El entorno a menudo es caluroso, polvoriento e incómodo. Es fácil deshidratarse, ya que el sudor se evapora rápidamente por la sequedad del aire. Abundan los escorpiones. El sol

ecuatorial africano es intenso y cegador. Lo mejor es buscar los fósiles por la mañana y a última hora de la tarde, cuando el sol está bajo y proyecta sombras sobre el paisaje, lo que hace más fácil vislumbrar cualquier forma familiar —un fémur, una mandíbula o un cráneo— que destaque entre los antiguos sedimentos.

La búsqueda de fósiles en el Chad añade otro elemento de peligro y turbación: las minas terrestres. Décadas de enfrentamientos entre la población musulmana del norte y la cristiana del sur han dejado munición sin explotar en las arenas del desierto de Djurab.

Una mañana, Ahouta se topó con un conjunto de huesos esparcidos por el suelo. Las cambiantes dunas del desierto los habían dejado al descubierto hacía poco, y el equipo tuvo la suerte de estar allí: en cualquier momento podría haber llegado una tormenta de arena que hubiera vuelto a enterrarlos. Había huesos de patas y mandíbulas de antílopes, huesos de antiguos elefantes y monos, y hasta fósiles de cocodrilos y peces.

Entre ellos había asimismo una mandíbula de primate, algunos dientes y un cráneo de primate completo pero aplastado y deformado.

Los fósiles no vienen con etiquetas, de modo que el equipo de investigación tuvo que llevar el cráneo a un museo para compararlo con los de chimpancés, gorilas y australopitecos. Cuando lo hicieron, su conclusión fue impactante.

Según la composición química de la roca circundante y de los huesos de animales encontrados en las proximidades, el cráneo pertenecía a un animal que vivió hace unos 6-7 millones de años, más o menos en la época en la que se separaron el linaje humano y el de los chimpancés. Y presentaba una combinación anatómica que nadie había visto antes en un simio fósil.[118] No sin buenas razones, los investigadores lo declararon una nueva especie, *Sahelanthropus tchadensis*. Y le dieron el sobrenombre de Tumai, que significa «esperanza de vivir» en kanuri, la lengua local: los habitantes de la zona dan a veces ese nombre a los bebés que nacen al comienzo de la arriesgada e incierta estación seca.

Entonces, ¿qué es exactamente *Sahelanthropus*?

Su cerebro era aproximadamente del tamaño del de un chimpancé. La cara y la parte posterior de la cabeza eran parecidas a las de un gorila. Pero, a diferencia de cualquier simio africano, *Sahelanthropus* tenía los dientes caninos desgastados, una característica propia de los antepasados humanos. Y parece que el foramen magno (como ya hemos dicho, el orificio por el que pasa la médula espinal) estaba situado en la parte inferior del cráneo, como en los humanos. De ser así, *Sahelanthropus* se mantendría habitualmente en una postura erguida.

¿Significa eso que Tumai *caminaba* sobre dos piernas? No necesariamente. Me

gustaría ver más pruebas —descubrimientos de fósiles de pies, piernas y pelvis— antes de convencerme de ello. Pero el cráneo sin duda resulta tentador.

El descubrimiento de *Sahelanthropus*, hallado a miles de kilómetros tanto del Gran Valle del Rift, en África Oriental, como de las cuevas de Sudáfrica, abrió una nueva ventana a nuestro pasado. Puede que hasta el momento únicamente hubiéramos encontrado fósiles de antiguos homininos en las regiones oriental y meridional de África porque solo los habíamos buscado allí.

Pero aquí entra de nuevo en juego el lado oscuro de la paleoantropología, y todo el drama que conlleva.

Los paleoantropólogos de la Universidad de Míchigan, donde yo me formé como estudiante de posgrado, se mostraron escépticos ante las interpretaciones de Brunet. Y lo mismo hicieron Pickford y Senut, los descubridores de *Orrorin*, que publicaron un breve artículo conjunto en el que cuestionaban que *Sahelanthropus* perteneciera al linaje humano. También se preguntaban si el foramen magno de Tumai se hallaba realmente en una posición tan similar a la humana como proclamaba Brunet; al fin y al cabo, el cráneo estaba bastante aplastado y deformado. Pickford y Senut postulaban, en cambio, que Tumai podría ser un antiguo gorila.[119]

El equipo de Brunet respondió publicando una reconstrucción del cráneo en la que, partiendo de una tomografía computarizada, se restauraban digitalmente las partes aplastadas. El resultado parecía mostrar, en efecto, un orificio similar al de los humanos en la base del cráneo, lo que confirmaba su valoración de que *Sahelanthropus* mantenía una postura erguida y podría haber sido bípedo.[120]

Así es como se supone que funciona la ciencia: un cuestionamiento legítimo dio lugar a una investigación continuada y a un conocimiento más profundo de un fósil antiguo. Pero entonces las cosas se empezaron a torcer.

Un elemento fundamental de la ciencia es lo que se conoce como *repetibilidad*, es decir, la posibilidad de repetir un experimento o procedimiento determinado. En este caso, ello implicaría que otros grupos de investigación independientes repitieran por su cuenta la reconstrucción del cráneo realizada por el grupo de Brunet para comprobar si obtenían o no el mismo resultado. Para ello, necesitarían tener acceso al fósil original, a una réplica de alta calidad o a las tomografías computarizadas sin procesar. Pero no se ha permitido que eso ocurra.

Dos décadas después de su descubrimiento, pocas personas ajenas al equipo de Brunet han podido ver el cráneo de Tumai, o siquiera una réplica de calidad apropiada para la investigación. Incluso está vetado el acceso a las tomografías computarizadas.

Mientras tanto, se ha sabido que el día del descubrimiento Ahouta encontró algo más que un cráneo, una mandíbula y algunos dientes de *Sahelanthropus*: también encontró un fémur.[121]

El extremo del hueso está roto, pero cabe suponer que la diáfisis (la caña o parte central) contendría indicios acerca de si *Sahelanthropus* caminaba o no sobre dos piernas. En 2020, dos equipos rivales publicaron sendos análisis preliminares del fémur: uno de los equipos argumentaba que era de un bípedo; el otro declaraba que no.[122]

Los paleoantropólogos estamos impacientes por saber más detalles sobre este fósil, pero cuando le pregunté por el fémur, Brunet, que está cerca de cumplir los ochenta años, meneó la cabeza de un lado a otro y se inclinó sobre su escritorio hacia mí.

—Yo soy paleontólogo, no paleoantropólogo —me dijo—. Hemos encontrado miles de fósiles y más de cien especies en el Chad, pero todo el mundo pregunta por este fémur de mierda. Tumai era bípedo. ¿Vale? Si el fémur es de bípedo, entonces es de Tumai. ¿Vale? Si no es de bípedo, entonces no es de Tumai.

Mientras hablábamos, en el escritorio que se interponía entre nosotros reposaban dos moldes del cráneo de Tumai de calidad apta para la investigación. Le pregunté si podía fotografiarlos y tomar algunas medidas.

—No —me respondió tajante.

Para Brunet, *Sahelanthropus* era bípedo, el debate está zanjado, y ni la realización de estudios adicionales ni el descubrimiento de nuevos fósiles, independientemente de su aspecto, le harán cambiar de opinión.

Sin duda, recuperar y estudiar fósiles requiere tiempo y dinero. Y en el caso de Brunet, también supuso la pérdida de un amigo íntimo, que murió de malaria en 1989 mientras ambos realizaban prospecciones en Camerún. Cuando le pregunté por qué no permitía el acceso al *Sahelanthropus* para su estudio o al menos dejaba que se utilizaran copias para la enseñanza científica, volvió a menear la cabeza de un lado a otro.

—He pagado un precio demasiado caro para encontrar esto. Demasiado. Nadie me dice lo que debo hacer. Que esperen.

Los presuntos fósiles de los primeros homininos no son fáciles de interpretar. Son fragmentarios y están deformados. Situados cerca de la base de nuestro árbol genealógico, cerca de nuestro ancestro común con los chimpancés y los gorilas, por su propia naturaleza presentan una fascinante y confusa combinación de anatomía humana y simiesca. Necesitamos del conocimiento colectivo de toda la comunidad científica para desvelar sus secretos. Cuantos más ojos expertos

examinen estos fósiles, mejor.

En un momento en el que nuestra disciplina se ve atacada y persisten ciertas ideas erróneas muy extendidas sobre la evolución humana, necesitamos presentar al mundo cuanto antes las pruebas físicas de nuestros humildes comienzos. En 1938, Robert Broom iniciaba así un artículo en el que describía, entre otras cosas, un fémur de australopiteco:

> *No hay que disculparse por divulgar al mundo lo antes posible todas las nuevas pruebas que se descubran y que parezcan arrojar nueva luz sobre la estructura de los simios aparentemente emparentados con los antepasados del hombre.*[123]

Estoy deseando que llegue el día en que se hagan réplicas de los fósiles de los primeros homininos —la evidencia de los primeros pasos de nuestra estirpe— y se pongan a disposición, como recursos didácticos, de universidades, grandes museos y escuelas de primaria y secundaria de todo el mundo.[124]

Podemos situar el origen de nuestro linaje en África hace unos 5-7 millones de años. Allí y entonces, por razones que aún no comprendemos del todo, nuestros simiescos antepasados dieron sus primeros pasos. Pero a principios del presente siglo, las pruebas físicas divulgadas de que aquellos antiguos simios eran bípedos consistían en un cráneo aplastado procedente del Chad, un fémur roto de Kenia y un diminuto hueso del dedo de un pie de Etiopía. Como dijo un investigador, se podrían meter todas las pruebas del origen de la marcha erguida en la bolsa de la compra, y todavía sobraría un montón de espacio para las provisiones.[125]

Hacían falta más fósiles. Por fortuna, estaban a punto de llegar.

---

[94] Charles Darwin, *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*, vol. I, Londres: John Murray, 1871, p. 199 [trad. cast.: *El origen del hombre*, Barcelona: Crítica, 2021].

[95] Parece que Dubois acertó, aunque por razones erróneas. En 2015, Chris Ruff y sus colegas reexaminaron el fémur de Trinil y concluyeron que procedía de una época mucho más reciente que el cráneo y que probablemente pertenecía a un *Homo sapiens*. Sin embargo, Dubois descubrió otros cuatro fémures en Trinil, en 1900, que luego describió en la década de 1930, y la reevaluación que Ruff hizo de estos últimos determinó que concordaban con la anatomía de *Homo erectus*. Así pues, la conclusión de Dubois de que *Pithecanthropus erectus* era bípedo resulta haberse basado en un fémur de *Homo sapiens*, al tiempo que los otros fémures que descubrió demuestran que tenía razón. Christopher B. Ruff, Laurent Puymerail, Roberto Machiarelli, Justin Sipla y

Russell L. Ciochon, «Structure and Composition of the Trinil Femora: Functional and Taxonomic Implications», *Journal of Human Evolution*, 80 (2015), pp. 147-158.

[96] Véase Pat Shipman, *The Man Who Found the Missing Link: Eugène Dubois and His Lifelong Quest to Prove Darwin Right*, Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press, 2002.

[97] El individuo de La Chapelle era anciano y artrítico cuando murió. En vida, pues, caminaba encorvado no porque la especie no hubiera adquirido una postura plenamente erecta, sino más bien porque había vivido lo suficiente para desarrollar un esqueleto patológico.

[98] En la época del descubrimiento, Donald Johanson trabajaba en el Museo de Historia Natural de Cleveland. En este libro, en general, intento identificar dónde trabajan actualmente los científicos que menciono, en lugar de dónde estaban cuando se realizó el trabajo al que me refiero.

[99] A lo largo del presente volumen hago todo lo posible por reconocer la gran labor realizada por mis colegas científicos. Sin embargo, la ciencia rara vez se lleva a cabo en solitario, y normalmente hay grandes equipos aportando su trabajo detrás de todos los estudios que menciono. En estas notas a pie de página, el término *et al.*, que se utiliza para referirse a cualquier estudio con más de cinco autores, aparece más de ciento veinte veces. Menciono este hecho inspirado por Robert Sapolsky, quien, en las notas de su reciente libro *Compórtate (ed. cast., Capitán Swing, 2019)*, escribía: «Siempre que diga que un trabajo está realizado por fulanito o menganito, lo que quiero decir realmente es que es un "trabajo realizado por fulanito y un equipo de posdoctorados, técnicos, estudiantes de posgrado y colaboradores dispersos por muchos lugares durante muchos años". Me referiré a fulanito o menganito únicamente para ser breve, no queriendo decir que realizaron todo el trabajo ellos solos: la ciencia es completamente un trabajo de equipo».

[100] Donald C. Johanson, *Lucy: The Beginnings of Humankind*, Nueva York: Simon & Schuster, 1981 [trad. cast.: *El primer antepasado del hombre*, Barcelona: Planeta, 1993].

[101] Véase John Kappelman *et al.*, «Perimortem Fractures in Lucy Suggest Mortality from Fall out of Tall Tree», *Nature*, 537 (2016), pp. 503-507.

[102] En realidad, esto resulta un poco más complicado: los bebés humanos ya nacen con cierta curvatura de la columna vertebral en forma de S. Véase Elie Choufani *et al.*, «Lumbosacral Lordosis in Fetal Spine: Genetic or Mechanic Parameter», *European Spine Journal*, 18 (2009), pp. 1.342-1.348. Sin embargo, la lordosis de la columna vertebral aumenta con el desarrollo, sobre todo a la edad en la que los niños empiezan a dar sus primeros pasos. M. Maurice Abitbol, «Evolution of the Lumbosacral Angle», *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 72, n.º 3 (1987), pp. 361-372. Pero parece ser que esto ocurriría en cualquier caso, ya que los niños que nunca llegan a andar también desarrollan una columna vertebral en forma de S. Sven Reichmann y Thord Lewin, «The Development of the Lumbar Lordosis», *Archiv für Orthopädische und Unfall-Chirurgie, mit Besonderer Berückisichtigung der Frakturenlehre und der Orthopädisch-Chirurgischen Technik*,

69 (1971), pp. 275-285.

[103] Los músculos a los que aquí me refiero son el glúteo medio (*gluteus medius*) y el glúteo menor (*gluteus minimus*), a veces denominados conjuntamente «glúteos menores» para diferenciarlos del glúteo mayor (*gluteus maximus*), mucho más voluminoso, que es el que constituye propiamente el músculo de nuestro trasero.

[104] Véase C. Owen Lovejoy, «Evolution of Human Walking», *Scientific American* (noviembre de 1988), pp. 118-125. Cuando escribo que las caderas están en los costados del cuerpo, es una forma simplificada de decir que las láminas ilíacas han rotado hacia los costados, donde se hallan en los humanos, a diferencia de los simios, que poseen láminas ilíacas planas encaradas hacia la parte posterior del cuerpo.

[105] Christine Tardieu, «Ontogeny and Phylogeny of Femoro-Tibial Characters in Humans and Hominid Fossils: Functional Influence and Genetic Determinism», *American Journal of Physical Anthropology*, 110 (1999), pp. 365-377.

[106] Este espécimen, que tiene el número de catalogación A. L. 129-1, es un individuo distinto de Lucy. Pueden consultarse los detalles del descubrimiento y la importancia de la anatomía en Johanson, *Lucy: The Beginnings of Humankind*. Véase Donald C. Johanson y Maurice Taieb, «Plio-Pleistocene Hominid Discoveries in Hadar, Ethiopia», *Nature*, 260 (1976), pp. 293-297.

[107] O eso parece. Francis Thackeray ha planteado la posibilidad de que la cabeza ausente del esqueleto parcial Sts 14 sea en realidad el ya mencionado cráneo Sts 5, la «Sra. Ples». También ha postulado que la «Sra. Ples» sería en realidad un varón joven. Francis Thackeray, Dominique Gommery y José Braga, «Australopithecine Postcrania (Sts 14) from the Sterkfontein Caves, South Africa: The Skeleton of “Mrs Ples”?», *South African Journal of Science*, vol. 98, n.º 5-6 (2002), pp. 211-212. Pero véase también Alejandro Bonmatí, Juan Luis Arsuaga y Carlos Lorenzo, «Revisiting the Developmental Stage and Age-at-Death of the “Mrs. Ples” (Sts 5) and Sts 14 Specimens from Sterkfontein (South Africa): Do They Belong to the Same Individual?», *Anatomical Record*, vol. 291, n.º 12 (2008), pp. 1.707-1.722.

[108] El mérito de haberme metido esta idea en la cabeza es del geólogo Andy Kurtz, de la Universidad de Boston, con quien tuve el placer de colaborar en la actividad docente en el invierno de 2015.

[109] En esta sección me ciño estrictamente a la técnica del potasio-argón. Sin embargo, los investigadores han desarrollado un atajo que mejora la exactitud de esta técnica, conocido como datación $^{40}Ar/^{39}Ar$ (argón-argón).

[110] Robert C. Walter, «Age of Lucy and the First Family: Single-Crystal $^{40}Ar/^{39}Ar$ Dating of the Denen Dora and Lower Kada Hadar Members of the Hadar Formation, Ethiopia», *Geology*, vol. 22, n.º 1 (1994), pp. 6-10.

[111] Juliet Eilperin, «In Ethiopia, Both Obama and Ancient Fossils Get a Motorcade», *The Washington Post*, 27 de julio de 2015.

[112] Meave G. Leakey, Craig S. Feibel, Ian McDougall y Alan Walker, «New Four-

Million-Year-Old Hominid Species from Kanapoi and Allia Bay, Kenya», *Nature*, 376 (1995), pp. 565-571.

[113] Brigitte Senut *et al.*, «First Hominid from the Miocene (Lukeino Formation, Kenya)», *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series IIA - Earth and Planetary Science*, vol. 332, n.º 2 (2001), pp. 137-144.

[114] En el otoño de 2019 estudié diversos moldes de *Orrorin tugenensis* en el laboratorio de Senut y Pickford. Lo que se conserva del fémur más completo presenta todos los rasgos distintivos de un hominino que caminaba erguido. Partiendo solo de este hueso, yo también habría llegado a la conclusión —como hicieron ambos investigadores— de que *Orrorin* era bípedo. ¡Estoy impaciente por ver cómo era el resto de este hominino!

[115] Véase Ann Gibbons, *The First Human: The Race to Discover Our Earliest Ancestors*, Nueva York: Anchor Books, 2007. Quizá la frase que mejor resume la saga de los fósiles de *Orrorin* la pronunció Brigitte Senut, que tuvo una inesperada reacción al descubrimiento del que era el fémur de hominino más antiguo jamás hallado: «Le dije a Martin que lo tirara al lago. Solo nos traería problemas» (Gibbons, p. 195).

[116] En 2018 mantuve correspondencia con Eustace Gitonga, director de los Museos Comunitarios de Kenia, que está en posesión de los fósiles de *Orrorin*. Solicité estudiar el material, y me respondió que «los fósiles originales de *Orrorin* no están disponibles hasta que se ultimen los detalles del nuevo MDE». Gitonga se refiere a un «memorando de entendimiento» entre los museos y la administración del condado de Baringo, lo que, según él, parece dar a entender que los investigadores extranjeros han incumplido los memorandos anteriores.

[117] Yohannes Haile-Selassie, «Late Miocene Hominids from the Middle Awash, Ethiopia», *Nature*, 412 (2001), pp. 178-181.

[118] Michel Brunet *et al.*, «A New Hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa», *Nature*, 418 (2002), pp. 145-151. Patrick Vignaud *et al.*, «Geology and Palaeontology of the Upper Miocene Toro-Menalla Hominid Locality, Chad», *Nature*, 418 (2002), pp. 152-155.

[119] Milford Wolpoff, Brigitte Senut, Martin Pickford y John Hawks, «Palaeoanthropology (Communication Arising): *Sahelanthropus* or "*Sahelpithecus*"?», *Nature*, 419 (2002), pp. 581-582. Brunet *et al.*, «Reply», *Nature*, 419 (2002), p. 582. Milford Wolpoff, John Hawks, Brigitte Senut, Martin Pickford y James Ahern, «An Ape or *the* Ape: Is the Toumaï Cranium TM 266 a Hominid?», *PaleoAnthropology* (2006), pp. 35-50.

[120] Christoph P. E. Zollikofer *et al.*, «Virtual Cranial Reconstruction of *Sahelanthropus tchadensis*», *Nature*, 434 (2005), pp. 755-759. Franck Guy *et al.*, «Morphological Affinities of the *Sahelanthropus tchadensis* (Late Miocene Hominid from Chad) Cranium», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 105, n.º 52 (2005), pp. 18.836-18.841.

[121] Aunque en aquel momento no se identificó como un fémur de primate. Fue más tarde, en 2004, cuando Aude Bergeret, por entonces una alumna de posgrado de la Universidad de Poitiers que estaba estudiando los fósiles faunísticos del yacimiento chadiano de Toros-Menalla, identificó el hueso como perteneciente a un gran primate; y el único gran primate encontrado en Toros-Menalla es *Sahelanthropus tchadensis*. En 2018, Bergeret y su antiguo mentor, Roberto Macchiarelli, propusieron presentar su trabajo sobre el fémur a la Sociedad Antropológica de París, pero, para desconcierto de toda la comunidad paleoantropológica, el resumen que enviaron fue rechazado por los organizadores del encuentro. Véase Ewen Callaway, «Controversial Femur Could Belong to Ancient Human Relative», *Nature*, 553 (2018), pp. 391-392.

[122] Franck Guy *et al.*, «Postcranial Evidence of Late Miocene Hominin Bipedalism in Chad», *Nature Research* (2020). Roberto Macchiarelli, Aude Bergeret-Medina, Da-miano Marchi y Bernard Wood, «Nature and Relationships of *Sahelanthropus tchadensis*?», *Journal of Human Evolution*, 149 (2020), 102898.

[123] Robert Broom, «Further Evidence on the Structure of the South African Pleistocene Anthropoids», *Nature*, 142 (1938), pp. 897-899. Más de una década después, Broom y su alumno J. T. Robinson escribían: «Últimamente en Sudáfrica hemos estado haciendo descubrimientos importantes con tanta rapidez que resulta del todo imposible publicar memorias sobre ellos en un año o incluso dos. Podríamos retener la publicación durante muchos años, como se hace tan a menudo en el hemisferio norte, o podríamos publicar descripciones preliminares y exponernos a la crítica de que dichas descripciones son insuficientes. Creemos que es mucho mejor publicar descripciones, por insuficientes que sean, y permitir que otros profesionales sepan algo de nuestros hallazgos, que mantenerlos en secreto durante diez años o más». Robert Broom y John T. Robinson, «Brief Communications: Notes on the Pelves of the Fossil Ape-Men», *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 8, n.º 4 (1950), pp. 489-494. Broom murió cuatro meses después, a los ochenta y cuatro años de edad.

[124] Una empresa de material educativo llamada Bone Clones Inc. ha esculpido versiones de *Ardipithecus* y *Sahelanthropus* a partir de las medidas y fotografías publicadas. Al ser las únicas opciones disponibles para la enseñanza práctica, muchos antropólogos hemos comprado estas versiones de Bone Clones (por unos trescientos dólares el cráneo) para nuestros laboratorios docentes. Mis colegas y yo preferiríamos enviar ese dinero al Chad y Etiopía para obtener moldes reales de los fósiles, pero actualmente no existe esa opción. Ahora que he tenido ocasión de ver los huesos del pie originales de *Ardipithecus ramidus* y los moldes propiamente dichos de *Sahelanthropus*, puedo decir que las versiones de Bone Clones —pese a todos sus esfuerzos— resultan lamentablemente inexactas y, en algunos aspectos, incluso engañosas. El tamaño del auténtico cráneo de *Sahelanthropus*, por ejemplo, es un 20 por ciento mayor que el de la réplica de la empresa.

[125] Daniel E. Lieberman, *The Story of the Human Body: Evolution, Health, and Disease*,

Nueva York: Pantheon, 2013, p. 33 [trad. cast.: *La historia del cuerpo humano. Evolución, salud y enfermedad*, Barcelona: Pasado y Presente, 2017]. Lieberman escribió: «Podrías meter todos los fósiles de *Ardipithecus*, *Sahelanthropus* y *Orrorin* en una sola bolsa de la compra»; la parte de «y todavía sobraría un montón de espacio para las provisiones» es un añadido mío.

05

Ardi y los dioses fluviales

«Digamos solo que el ramidus tenía un tipo de locomoción distinta de cualquier ser viviente actual. […] Si quisieras encontrar algo que caminara como él, podrías probar en la cantina de La guerra de las galaxias».

TIM WHITE, paleoantropólogo, 1997[126]

En septiembre de 1994, en la Universidad de California en Berkeley, el científico Tim White y sus antiguos alumnos Gen Suwa y Berhane Asfaw anunciaron que habían descubierto unos huesos de 4,4 millones de años de antigüedad pertenecientes a una nueva especie de australopiteco, llamada *ramidus*, en el yacimiento de Aramis, en el estado regional de Afar, Etiopía.[127] *Ramid* significa «raíz» en la lengua afar, y White afirmaba que esta especie se hallaba en la misma raíz del árbol genealógico humano, puesto que poseía la anatomía más primitiva y más parecida a la de los simios de todos los australopitecos conocidos.

Sin embargo, seis meses después, White, Suwa y Asfaw publicaron una rectificación de media página.[128] Los fósiles que habían encontrado en las áridas tierras bajas de Etiopía no eran de *Australopithecus*, sino de un género totalmente nuevo que White denominó *Ardipithecus*. Esta rectificación no se hizo porque White se tropezara con algún certificado de nacimiento prehistórico: se habían descubierto más fósiles, incluido un esqueleto parcial, que demostraban que este antiguo hominino tenía un aspecto mucho más simiesco que Lucy, y, por lo tanto, merecía su propio nombre de género y especie, *Ardipithecus ramidus*.

Pero White aún no daba a conocer ningún detalle más.

El año en que se bautizó a *Ardipithecus*, yo todavía era un estudiante con la

cara llena de granos que cursaba mi primer año en la Universidad Cornell, escuchaba asiduamente la música de Dave Matthews Band y comía un cuenco tras otro de fideos ramen hasta altas horas de la noche. Me apasionaba la astronomía y todo lo relacionado con Carl Sagan. No sabría nada de *Ardipithecus* ni de Tim White hasta unos años después. Pero cuando descubrí la paleoantropología, me sentí fascinado por *Ardipithecus ramidus*. Era una ventana potencial a los antepasados de Lucy y a los orígenes de la marcha erguida, y White tenía un montón de huesos suyos, muchos más de los que se habían encontrado de *Sahelanthropus*, *Orrorin* o *Ardipithecus kadabba*.

Pero el gran equipo internacional que había reunido White para estudiar los fósiles guardaba silencio. Mientras ellos excavaban, limpiaban, encolaban, reconstruían, modelaban, reproducían y estudiaban meticulosamente los frágiles fósiles que habían encontrado, el resto del mundo paleoantropológico esperaba impaciente. Algunos se referían a su trabajo como el Proyecto Manhattan de nuestra disciplina: todo el mundo sabía que se había descubierto algo grande, pero apenas llegaba información al respecto.[129]

Cuando empecé mis estudios de posgrado, en 2003, solo conocía los rumores que corrían sobre el esqueleto; cuando los terminé, en 2008, seguía sin saber nada más que los mismos rumores. Tras redescubrir la cita de White sobre la cantina de *La guerra de las galaxias* que encabeza este capítulo, volví a ver el clásico de 1977 —con tantas ganas como ingenuidad— con la esperanza de descubrir alguna información sobre *Ardipithecus*. En la escena en cuestión, solo Luke, C-3PO, algunos soldados imperiales y Greedo aparecen caminando, y todos lo hacen como los humanos modernos, lo cual tiene pleno sentido, dado que ninguno de dichos papeles fue interpretado por un *Ardipithecus ramidus*.

Finalmente, en 2009, tras más de quince años de recuperación y análisis, el equipo de White explicó al mundo los detalles de *Ardipithecus* en una serie de artículos publicados en *Science*, la revista insignia de la Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia. Lo que postulaban sus autores era un replanteamiento integral de los orígenes de la marcha bípeda.

Se habían descubierto centenares de fósiles de *Ardipithecus ramidus*, pero la joya de la colección era un esqueleto parcial apodado *Ardi*. Por el tamaño relativamente reducido de sus dientes caninos, Ardi era muy probablemente una hembra adulta. Vivió y murió aproximadamente en una ventana temporal de 100.000 años situada entre 4.385 y 4.487 millones de años atrás, una datación establecida por el geólogo etíope Giday WoldeGabriel a partir de las capas de ceniza volcánica situadas encima y debajo del estrato que contenía sus huesos.

Eso significa que Ardi vivió más de un millón de años antes que Lucy.

En aquella época, en África, las praderas se expandían al tiempo que los bosques retrocedían. Sin embargo, sorprendentemente, los huesos de Ardi se encontraron junto a animales silvícolas y semillas de árboles y plantas forestales. Las pruebas con isótopos de carbono y oxígeno indicaban que Ardi vivió y murió en un entorno boscoso.[130]

White y sus colegas llegaban a la conclusión de que el estudio de sus huesos indicaba que era bípeda, al menos de forma ocasional. Para ellos, eso significaba que todas las hipótesis basadas en la premisa de que la marcha bípeda se originó en una pradera (desde la necesidad de alzarse para otear por encima de la alta hierba hasta la de caminar erguido para mantener el cuerpo fresco) tenían que ser erróneas. Ardi —concluían— nos dice que la marcha erguida se inició en el bosque.

Pero ¿cómo podemos estar seguros de que Ardi caminaba sobre dos piernas, o incluso de cuál es su lugar en el árbol genealógico humano?

Con sus 4,4 millones de años de antigüedad, Ardi podría haber vivido en una época demasiado tardía para representar el origen de nuestro linaje, que se sitúa más cerca de los seis millones de años. Además, como escribió Jonathan Kingdon en su libro *Lowly Origin*: «Ni siquiera sabemos si resulta más útil o veraz ver a *Ardipithecus* como el último de una especie más antigua o el primero de una más reciente».

Los huesos de Ardi revelan que se sentía a sus anchas en los árboles. Tenía los brazos largos, los dedos de las manos también largos y curvados, y el dedo gordo del pie, parecido al de un mono, sobresalía como una especie de pulgar prensil. Sin embargo, cuando bajaba al suelo, no caminaba apoyándose en los nudillos como los chimpancés o los gorilas. Los huesos de la mano y la muñeca de Ardi no presentan ninguno de los rasgos que aparecen en los simios que se desplazan de ese modo. Además, al igual que los humanos y que Lucy, la forma de la pelvis de Ardi le habría permitido mantener el equilibrio al desplazarse sobre dos piernas.

En 2017 viajé a Etiopía para examinar el pie de Ardi. Los huesos de esta hominina son de un color melocotón claro. Tienen un aspecto delicado y no tan compacto como los restos fosilizados de Lucy.[131] En el yacimiento, el equipo de White inyectó en los quebradizos huesos un pegamento que evitó que se desintegraran como tiza debido a la erosión sufrida en las antiguas laderas etíopes donde se hallaban.

Estudié todos y cada uno de los huesos del pie de Ardi bajo la atenta mirada del paleoantropólogo etíope Berhane Asfaw, codirector con White del proyecto del Awash Medio,[132] cuyo grupo lleva realizando importantes descubrimientos

arqueológicos y paleontológicos en Etiopía desde 1981. Me acompañaban asimismo Ellie McNutt, estudiante de posgrado del Dartmouth College, y un amigo mío de Sudáfrica experto en pies, Bernhard Zipfel. Juntos, examinamos meticulosamente todos los huesos del pie de Ardi para evaluar la afirmación de White de que era bípeda.

Estaba prohibido hacer fotos y escáneres tridimensionales de superficie, en parte porque el equipo de White todavía no había concluido su propio estudio de los fósiles. Pero en aquellos huesos vi lo que habían visto White y sus colegas: Ardi tenía algunos de los rasgos anatómicos clave que posibilitan la marcha bípeda en los humanos, pero era evidente que no caminaba como nosotros.

El tobillo de Ardi se parece mucho al de un simio. En lugar de apoyarse naturalmente de forma plana en el suelo como el de un humano, su pie habría estado dotado de mayor movilidad, lo que le habría permitido aferrarse al tronco de un árbol al levantar la pierna. La parte interior del pie es similar a la del chimpancé, con un potente dedo gordo prensil, pero la exterior, en cambio, se parece más a la nuestra. Sus huesos se habrían trabado para formar una plataforma rígida y compacta, útil para impulsarse contra el suelo al desplazarse de un lugar a otro de forma bípeda.

Los huesos de *Ardipithecus ramidus* narran una extraordinaria historia sobre nuestros propios pies: estos evolucionaron de fuera adentro. El pie humano es un fascinante mosaico de rasgos anatómicos que se ensamblaron a lo largo de millones de años. La parte exterior es muy antigua, puesto que adquirió una forma humanoide ya en una etapa temprana de nuestra historia evolutiva, sin duda en la época de *Ardipithecus*, y probablemente incluso antes. Pero la parte interior cambió más tarde, en la época de Lucy. Nuestros dedos exhiben el que probablemente constituye el cambio evolutivo más reciente, dado que se han acortado y enderezado en los últimos dos millones de años.

Los huesos del pie de Ardi indican que, al caminar sobre dos piernas, los primeros homininos bípedos se impulsaban con la parte exterior de los pies. No transferían el peso a los dedos gordos, como hacemos hoy la mayoría de nosotros, puesto que los extendían hacia los lados como pulgares prensiles aptos para aferrarse a las ramas de los árboles. La marcha bípeda con un pie así probablemente no resultaba eficiente, pero a *Ardipithecus* le bastaba. Era una buena solución intermedia para un animal que pasaba mucho tiempo trepando por los árboles, pero bajaba al suelo para desplazarse sobre dos patas de una zona de alimentación a otra.[133]

Encontrar un bípedo primitivo capaz tanto de caminar de forma erguida como de trepar a los árboles no debería resultar sorprendente. Ya teníamos

pruebas de la existencia de un animal así en los fósiles de *Orrorin*, de seis millones de años de antigüedad, y en la otra especie de *Ardipithecus* previamente descubierta, la denominada *kadabba*. Lo sorprendente es el modo en que White y su colega Owen Lovejoy utilizaron a *Ardipithecus* para elaborar una nueva manera de concebir los orígenes de la bipedación. Fue poco menos que revolucionaria.

Uno de mis libros favoritos de niño llevaba por título *Libro de oro gigante de los dinosaurios y otros reptiles prehistóricos*. Han pasado varias décadas desde la última vez que hojeé sus páginas, pero aún recuerdo las vívidas escenas que describía. No me cuesta nada imaginar al enorme brontosaurio en una marisma con la boca llena de hojas. Y recuerdo sentirme a la vez asustado y fascinado por la imagen de un dinosaurio cuellilargo atacado por un *Allosaurus*.

Aquellas apasionantes imágenes las había dibujado Rudolph Zallinger, un pintor de origen ruso conocido sobre todo por su obra *La era de los reptiles*, un mural de treinta metros instalado en el Museo Peabody de Historia Natural de Yale. De hecho, el mural sirvió de base para las ilustraciones del *Libro de oro*. En 1965, la editorial Time Life publicó un conjunto de veinticinco volúmenes de libros de ciencia. Había tomos sobre los planetas, el océano, los insectos, el universo y los distintos continentes. Todos estaban bellamente ilustrados, y Zallinger se encargó de realizar las ilustraciones de uno en concreto: el que trataba del hombre primitivo.

En un desplegable de cuatro páginas, dispuso ingeniosamente las representaciones artísticas de los antepasados conocidos de los simios y los primeros humanos. Nuestros encorvados antecesores se iban irguiendo poco a poco de izquierda a derecha, de forma lenta pero segura, a lo largo de las páginas del desplegable. Al principio la transición parecía costarles un poco, ya que se empeñaban en mantener su postura encorvada. Pero finalmente, alrededor de la época del cromañón, terminaban por adoptar una postura humana plenamente erguida. Esta imagen, titulada «La marcha del progreso», acabaría incorporándose al conocido y engañoso icono que hoy aparece profusamente reproducido en tazas de café, camisetas y pegatinas de parachoques.[134]

Haga una búsqueda en Google de los términos «evolución humana», y de seguro verá una imagen tras otra de un chimpancé transformándose lentamente en humano. A veces las imágenes son solo siluetas; otras veces muestran a un oscuro chimpancé convirtiéndose poco a poco en un hombre de piel blanca que exhibe un misterioso parecido con Chuck Norris; imágenes, en suma, que apestan a racismo y a sexismo. En ocasiones aparecen unas líneas rojas «tachando» la secuencia: representan la protesta del creacionismo.

Esta icónica imagen es lo primero que le viene a la cabeza a mucha gente cuando oye la expresión «evolución humana». Transmite de manera clara y sencilla la idea de que los humanos evolucionamos de forma lineal a partir de un chimpancé que caminaba apoyándose en los nudillos. Pero hay un problema: esa idea es falsa. Como hemos visto, los chimpancés son nuestros primos, no nuestros antepasados. Y es poco probable que hayan permanecido inalterados durante seis millones de años. Además, estas imágenes inducen a pensar que, a medida que los humanos evolucionamos, la postura erguida, el aumento del tamaño del cerebro y la desaparición del pelaje fueron rasgos que surgieron de forma paralela. Pero no fue así. Los cambios producidos en la evolución humana se desarrollaron a ritmos distintos, y algunos ocurrieron antes que otros.

En defensa de Zallinger, diré que él nunca sugirió que los humanos evolucionaran directamente de los chimpancés, que no aparecen en ninguna parte de su «marcha del progreso». Sin embargo, su obra lleva implícita la hipótesis de que los antepasados humanos pasaron por una fase en la que caminaban apoyándose en los nudillos y que los primeros bípedos se desplazaban agachados como hacen los chimpancés cuando caminan sobre dos patas. Esta es una idea razonable y científicamente comprobable. Dado que nuestros parientes más cercanos son los chimpancés, los bonobos y los gorilas, todos los cuales caminan apoyándose en los nudillos, tiene sentido que nuestro ancestro común también lo hiciera.

Pero si resulta que nuestro último antepasado común *no* caminaba apoyándose en los nudillos, entonces los chimpancés y los gorilas debieron de desarrollar esta forma de locomoción de manera independiente. Muchos expertos lo han considerado improbable, pero no Owen Lovejoy ni Tim White. Para ellos, el esqueleto de *Ardipithecus* era la prueba definitiva de que nuestros antepasados nunca caminaron apoyándose en los nudillos en ninguna etapa evolutiva.[135] De hecho, en su opinión, el esqueleto humano podría ser más primitivo —y los grandes simios más evolucionados— de lo que pensábamos.

La idea de Lovejoy y White ponía patas arriba todo el relato de la evolución humana. Sostenían que los cuerpos de los simios actualmente existentes están demasiado especializados para considerarlos la materia prima originaria de la marcha bípeda. ¿Cómo se pasa de un simio a un humano? Como solemos decir en el norte de Nueva Inglaterra: «No hay ningún camino que lleve de aquí allí».

Pero si los homininos bípedos no evolucionaron a partir de un antepasado que caminaba apoyándose en los nudillos como un chimpancé, ¿a partir de *qué*, entonces? Lovejoy y White postulaban que los simios africanos y los homininos se ramificaron de forma independiente a partir de algo parecido a un gran mono

desprovisto de cola. Según ellos, la clave estaba en que los monos y muchos simios primitivos, al igual que los humanos, tienen la parte inferior de la espalda larga y pueden estirar el torso sobre las caderas y mantenerse erguidos como lo haría una persona disfrazada de mono. En cambio, los grandes simios vivientes tienen la parte inferior de la espalda corta y rígida, lo que les permite trepar a lo alto de los árboles, pero les impide mantenerse erguidos sin encorvarse y doblar las rodillas. Lovejoy y White postulaban que, cuando *Ardipithecus* se alzaba sobre dos patas para desplazarse de forma bípeda, no se agachaba ni encorvaba: se mantenía erguido como lo hacemos nosotros, aunque el dedo gordo prensil de sus pies no le habría permitido andar a zancadas como los humanos modernos.

Si están en lo cierto, no hubo ningún momento en el que nuestros antepasados se apoyaran en los nudillos o se encorvaran para andar.

Pero *Ardipithecus* vivió hace unos 4,5 millones de años, casi 2 millones de años *después* del ancestro común que compartimos con los chimpancés. ¿Podemos relacionar a Ardi con algo más antiguo, algo que viviera hace unos 7-12 millones de años? Para ello, tenemos que retroceder en el tiempo hasta el Mioceno. Y, sorprendentemente, tenemos que salir de África.

Los simios ya habían evolucionado en África hace veinte millones de años. Lo sabemos porque las pruebas genéticas sitúan el último antepasado común de los simios actuales en esa época, y porque los fósiles de simios más antiguos procedentes de yacimientos de Kenia y Uganda tienen aproximadamente esa edad. Actualmente los simios no son muy abundantes, pero en el pasado dominaban el paisaje. Se diversificaron en muchos tipos distintos a los que los paleontólogos han dado nombres como *Kamoyapithecus*, *Morotopithecus*,[136] *Afropithecus*, *Proconsul*, *Ekembo*, *Nacholapithecus*, *Equatorius*, *Kenyapithecus* y muchos más. Se parecían en ciertos aspectos a los simios modernos; por ejemplo, no tenían cola, y sus dientes muestran indicios de que comían fruta y tenían una larga infancia. Pero la mayoría de ellos no podían colgarse de las ramas con los brazos como los simios modernos, sino que se desplazaban sobre ellas a cuatro patas como hacen los grandes monos sin cola.

Sin embargo, a partir de un determinado momento, hace más o menos unos quince millones de años, los simios empezaron a hacerse cada vez más escasos en África. Los fósiles de simios de este periodo aparecen, en cambio, en lugares como Arabia Saudí, Turquía, Hungría, Alemania, Grecia, Italia, Francia y, más tarde, España. Los grandes bosques del África ecuatorial se habían desplazado hacia el norte, abrazando el Mediterráneo, donde proporcionaron un rico entorno a los antepasados frugívoros de los grandes simios modernos, incluidos nosotros.

Luego los antiguos simios de Europa se diversificaron, dando lugar de nuevo a una larga lista de nombres: *Dryopithecus*, *Pierolapithecus*, *Anoiapithecus*, *Rudapithecus*, *Hispanopithecus*, *Ouranopithecus* y el favorito de muchos, *Oreopithecus*, apodado coloquialmente «simio galleta» (aunque en realidad lo de «oreo» viene del griego *oros*, «montaña»).

Resulta extraño pensar en simios europeos. Aunque en aquella época de la historia de la Tierra el clima era más cálido y húmedo, la inclinación del planeta hacía que estos bosques septentrionales fueran estacionales. Durante los oscuros meses del invierno escaseaba la fruta, una situación difícil para unos simios cuya dieta dependía de ella. ¿Cómo sobrevivían? La genética, junto con una sencilla lección de bioquímica corporal, pueden darnos la respuesta.

El ácido úrico es un subproducto metabólico normal que se forma cuando nuestras células descomponen determinadas sustancias químicas. Se elimina del organismo con la orina. La mayoría de los animales, incluida la mayor parte de los primates, también se deshacen de él fabricando una enzima llamada uricasa, que ayuda a descomponerlo cuando se acumula en la sangre. Pero nosotros no. Los humanos tenemos el gen que produce la uricasa, pero está averiado; una mutación nos impide fabricarla. Lo mismo les ocurre a los chimpancés, bonobos, gorilas y orangutanes, un hecho que permite a los especialistas en genética molecular datar la mutación de este gen en la época en la que todavía compartíamos un antepasado con estos grandes simios, hace unos quince millones de años.

Es posible que esta mutación no confiriera beneficio alguno a nuestros predecesores. El problema de esta explicación es que no fabricar uricasa nos predispone a padecer gota, que causa una dolorosa artritis en la base del dedo gordo del pie. Es, pues, poco probable que esta mutación hubiera persistido de no haber resultado también beneficiosa en algún otro aspecto.

¿Y qué beneficio aportaba? El ácido úrico ayuda a convertir la fructosa, el azúcar de la fruta, en grasa.[137] Almacenar grasa habría sido útil para los simios que vivían en bosques estacionales, donde los bajos niveles de luz de los meses invernales podían provocar periodos de inanición. Dado que este problema no existe en las selvas ecuatoriales de África, solo los bosques templados del sur de Europa propiciarían la aparición de un cambio evolutivo encaminado a resolverlo.

Aun con reservas de grasa, durante el invierno los hambrientos simios habrían estado desesperados por comer cualquier cosa que pudieran. Actualmente, cuando vienen tiempos difíciles en sus hábitats de los bosques del sureste asiático, los orangutanes recurren a comer corteza de árbol o fruta

todavía verde. Por el contrario, las pruebas genéticas indican que nuestros antepasados se aficionaron a la fruta pasada y fermentada.

Las tres bebidas que más se consumen en el mundo son el agua, el té y la cerveza. Pero, a diferencia de las dos primeras, la cerveza es rica en calorías. Por ejemplo, una lata de mi cerveza favorita (Sip of Sunshine, de la marca Lawson) tiene el mismo número de calorías que una hamburguesa de McDonald's. De manera similar, también la fruta fermentada tiene una importante aportación calórica, pero solo si tu cuerpo puede metabolizar el etanol; de lo contrario, resulta tóxica. La mayoría de los humanos tienen un gen que produce una enzima esencial para descomponer el alcohol etílico. También los chimpancés, los bonobos y los gorilas lo tienen, pero no los orangutanes; ni ninguno de los demás primates, salvo el peculiar aye-aye de Madagascar. La presencia de este gen tanto en los simios africanos como en los humanos hace pensar que nuestro último antepasado común recurrió a comer fruta pasada y fermentada recogida en el suelo forestal para obtener calorías en los tiempos difíciles.[138]

A finales del Mioceno, cuando el clima de la Tierra se hizo más frío y seco, los bosques templados que rodeaban el Mediterráneo ya no pudieron albergar a los simios, que acabaron extinguiéndose, no sin antes dar lugar al que sería el último antepasado común de los humanos y los simios africanos. Las lindes de los bosques retrocedieron hacia el sur, hacia el interior de África, y con ellas llegaron los ancestros de los chimpancés, los gorilas y los humanos.

¿Qué aspecto tenían y cómo se desplazaban estos antiguos simios? Para descubrirlo, viajé a Alemania con el fin de reunirme con Madelaine Böhme, paleontóloga de la Universidad de Tubinga.

Durante su infancia, en la población búlgara de Plovdiv, Böhme solía colarse en yacimientos arqueológicos y descubrir objetos de la Edad del Bronce en los montones de desechos. Le fascinaba el pasado y excavaba dondequiera que fuera. Antes de cumplir los veinte años había desenterrado una rara mandíbula fósil de elefante en una ladera búlgara. Su padre, que tenía un extenso huerto, le rogó que pusiera en práctica sus dotes de excavación en la parcela familiar, pero a ella siempre le interesaron más los huesos y los objetos arqueológicos que las hortalizas.

Böhme se formó como geóloga y paleontóloga y se especializó en el Mioceno centroeuropeo. Hace entre diez y quince millones de años, en los pantanos, bosques y cauces fluviales de Europa Central pululaban tortugas, lagartos, nutrias, castores, elefantes y rinocerontes. También merodeaban por estas tierras temibles felinos y hienas. Lo sabemos, en parte, gracias a los fósiles de 11,62 millones de años de antigüedad que ha descubierto Böhme en una cantera de

arcilla llamada Hammerschmiede, en las afueras de Pforzen, una pequeña población enclavada a la sombra de los Alpes en la región de Baviera, en el sur de Alemania.

—El ochenta por ciento de los fósiles de Hammerschmiede son tortugas, pero cada fósil importa —me explicó, con contagioso entusiasmo, cuando visité su laboratorio—. Recojo hasta el último trocito.

El planteamiento de Böhme con respecto a la búsqueda y recogida de fósiles contrasta con la práctica paleontológica habitual de dejar los fragmentos aparentemente sin importancia o inidentificables en el suelo o en montones de desecho. Ella es como una aspiradora paleontológica. Tiene que serlo por fuerza. Hammerschmiede es una cantera de arcilla en activo; los propietarios del terreno permiten a Böhme rebuscar allí, pero también tienen un acuerdo con un conglomerado minero que extrae los gruesos depósitos de arcilla entre los que se encuentra el lecho arenoso donde están incrustados los fósiles. La excavadora no discrimina, y, sin la menor duda, los ladrillos rectangulares fabricados con la arcilla de Hammerschmiede están salpicados de motas de hueso ennegrecido del Mioceno; una situación no muy distinta de la que encontré en el condado de Chatham en relación con el Carnicero de Carolina.

Todo cambió para Böhme el 17 de mayo de 2016, cuando su alumno Jochen Fuss desenterró la mandíbula superior y parte de la cara de un simio. Consciente de que la empresa minera planeaba extraer arcilla de aquella zona en breve, Böhme se apresuró a retirar el sedimento vertical con su martillo de geólogo. Apareció una mandíbula inferior, que encajaba perfectamente con la superior.

Poco después, Böhme se fijó en un pequeño trocito de hueso redondo y ennegrecido, que creyó que debía de pertenecer a otra tortuga. Pero como «cada fósil importa», le inyectó un poco de pegamento y siguió excavando para sacar el resto.

Apartando la arcilla y la arena, descubrió que el hueso, aún parcialmente enterrado en la ladera, no podía ser de tortuga. Su siguiente conjetura fue que se trataba de un trozo de cuerno unido a un fragmento de cráneo de un mamífero ungulado llamado *Miotragocerus*, un animal común del Mioceno europeo cuyo pariente actual, el llamado nilgó o toro azul, es oriundo de la India. Böhme le cedió sus herramientas a Fuss para que terminara la excavación, pero cuando su alumno llegó al extremo del hueso, este no terminaba en punta como cabría esperar, sino que se ensanchaba.

«¡Eso es imposible!», exclamó Böhme.

Imposible para un cuerno de antílope, pero es que no se trataba de un cuerno: habían desenterrado el cúbito —un hueso del antebrazo— de un simio.

Era extremadamente largo, de una longitud comparable a la de los antebrazos de los simios actuales capaces de colgarse de las ramas de los árboles. Desenterraron otros trozos de hueso ennegrecido, a los que inyectaron pegamento y empaquetaron en yeso para su posterior preparación y estudio en el laboratorio.

—Aquí fue donde lo encontramos —me señaló Böhme un borrascoso día de noviembre de 2019.

Hammerschmiede no parecía tanto un yacimiento de fósiles como una gravera. Tenía forma de anfiteatro, con el centro más bajo y completamente despejado. En torno a nosotros se alzaban gruesos depósitos de arcilla gris, y arriba la cantera estaba bordeada de árboles de hoja perenne. Böhme me señaló la lente de arena donde se conservan los fósiles, pero yo me distraje mirando las excavadoras y buldóceres que parecían aprestarse a trabajar de un momento a otro.

Dos semanas antes, el equipo de Böhme había publicado su análisis de los huesos de simio fósiles que habían encontrado en la cantera, anunciando al mundo una nueva especie de simio del Mioceno llamada *Danuvius guggenmosi*, que vivió allí hace más de once millones de años. Danuvius era un antiguo dios fluvial celta-romano que daba su nombre al cercano río Danubio.

Pero yo no estaba allí porque se hubiera descubierto un nuevo simio fósil en Alemania, sino porque Böhme afirmaba que *Danuvius* se desplazaba sobre dos patas.

En 2017, cuando quedó claro que la cara y los dientes lo diferenciaban de cualquier otro simio conocido del Mioceno europeo, Böhme ya estaba en su despacho redactando el manuscrito con la descripción de *Danuvius guggenmosi*. En el laboratorio contiguo, Thomas Lechner, estudiante de máster en Geología y Paleoecología en la Universidad de Tubinga, retiraba cuidadosamente la arcilla y la arena de los fósiles que se habían recogido a toda prisa en la cantera el año anterior. Uno de ellos, identificado genéricamente sobre el terreno como «hueso largo de mamífero», resultó ser una tibia, o canilla, de simio.

Y ahora yo había viajado seis mil kilómetros para verlo.

El despacho de Böhme está en la segunda planta del museo paleontológico de la Universidad de Tubinga. Siguiendo el pasillo en una dirección, se llega a una colección extraordinariamente conservada de fósiles de ictiosaurios, amonitas y antiguos lirios marinos recuperados en canteras de esquisto del Jurásico en la cercana población de Holzmaden. En la otra dirección hay fósiles de dinosaurios y de terápsidos, los peludos antepasados reptilianos de los mamíferos.

Me senté a una mesa redonda junto a unos armarios llenos de fósiles, sin saber a ciencia cierta si podría ver o medir alguno de ellos. No conocía a Böhme,

ni ella a mí. He aprendido, a veces por las malas, que algunos descubridores de antiguos fósiles humanos y simiescos restringen su acceso solo a un puñado de personas en un extraño juego de contrapartidas que constituyen justo la antítesis de cómo debería funcionar la ciencia. Yo no tenía nada que ofrecerle a Böhme, salvo mis conocimientos sobre la tibia, que había sido el tema de mi tesis doctoral.

Sin embargo, en pocos minutos me vi rodeado de fósiles de Hammerschmiede. Böhme me puso delante con entusiasmo el cúbito del *Danuvius*, seguido de un dedo del pie, varios huesos de los dedos de las manos, varios fémures y, por último, la tibia. Todo ello acompañado de una pelvis de cría de elefante, varios fósiles de mono de un yacimiento más joven de Bulgaria y unas réplicas de simios fósiles de Pakistán, España y Kenia. A Böhme le gustan los fósiles tanto como a mí, y también es de mi misma opinión en lo referente a nuestra disciplina: los huesos deben compartirse y estudiarse, no esconderse.

Saqué mi calibrador y mi cámara, y me puse manos a la obra.

La tibia de *Danuvius* está completa, lo que permite hacerse una idea del funcionamiento de las articulaciones tanto de la rodilla como del tobillo de este antiguo simio. La forma en que se flexiona y extiende la articulación de la rodilla de todos los animales depende de cómo el extremo óseo redondeado del fémur gira sobre la parte superior de la tibia. En los simios, esta última también tiene una forma redondeada, lo que dota a la rodilla de los chimpancés, gorilas y orangutanes de una movilidad mucho mayor de la que tenemos nosotros. Sorprendentemente, la rodilla de *Danuvius* es plana como la nuestra, y eso le habría permitido, en cambio, extender las piernas y mantenerse más erguido.

Pero lo que más me sorprendió fue la articulación del tobillo.

En todos los primates vivientes, excepto en los humanos, la parte inferior de la tibia, donde la pierna se une al pie, está inclinada. Esta orientación tuerce los pies hacia dentro, lo que facilita su función prensil. También ladea la tibia de modo que las rodillas quedan separadas entre sí, lo que hace que los simios tengan las piernas arqueadas. En los humanos, en cambio, la articulación del tobillo es plana, lo que posiciona las rodillas una junto a la otra y directamente encima de los pies.

El tobillo de *Danuvius* era similar al nuestro, o, mejor dicho, al de Lucy. Además, la forma de dos columnas vertebrales halladas también en Hammerschmiede había convencido a Böhme de que esta especie tenía la espina dorsal curvada en forma de S, lo cual, como ya hemos dicho anteriormente, constituye un rasgo anatómico crucial para la postura erecta en los humanos y en nuestros antepasados bípedos. Böhme y su equipo llegaron a la conclusión de que

hace más de once millones de años *Danuvius* se desplazaba erguido, y no lo hacía por el suelo, sino por los árboles.[139] Si están en lo cierto, la bipedación no se originó en el suelo y de ahí pasó a los árboles, sino que fue justo al revés. A partir de mis propias observaciones de los fósiles, no vi ninguna razón para contradecir esta conclusión; pero sigue siendo un postulado polémico y debatido.[140]

En cualquier caso, resulta que la hipótesis de Böhme ya fue prefigurada por otro estudioso hace casi cien años.

En 1924, mucho antes de que las pruebas genéticas situaran a los humanos en el árbol genealógico de los simios junto a unos chimpancés y bonobos que caminaban apoyándose en los nudillos, un cirujano y experto en pies de la Universidad de Columbia llamado Dudley J. Morton predijo la existencia de un simio como *Danuvius*. La especialidad de Morton era la podología, pero también le interesaba la evolución. En este campo, postulaba que el mejor modelo para entender la evolución de la bipedación en los humanos era el más bípedo de todos los simios: el gibón.[141]

Los gibones actuales son especialistas en lo que se conoce como *braquiación*: utilizan sus brazos cómicamente largos y sus manos para balancearse rápidamente de rama en rama en los bosques tropicales del sureste asiático. La longitud de sus brazos es tal que un gibón de pie puede apoyar las palmas de las manos en el suelo sin agacharse. El problema es que, al ser tan largos y delgados, los gibones no pueden apoyar un excesivo peso corporal en ellos sin arriesgarse a una fractura. Entonces, ¿qué hacen los gibones cuando están en el suelo? Levantan los brazos y corren sobre dos patas.[142] E incluso cuando están en los árboles, a veces caminan por las ramas y utilizan los brazos para mantener el equilibrio, como un funambulista.

Sin fósiles ni conocimientos de genética molecular, Morton trabajó con los elementos de los que disponía para comparar los huesos y el comportamiento de distintas especies de simios. Llegó a la conclusión de que el antepasado de los humanos debía de parecerse a un gran gibón, pero con los brazos más cortos. Imaginó que tenía fuertes manos y pies prensiles y que se desplazaba de forma bípeda por los árboles.

Las ideas de Morton siguieron siendo influyentes hasta mediados del siglo XX, pero cayeron en desgracia a finales de la década de 1960. Primero las comparaciones de proteínas y luego los estudios de ADN revelaron que, de entre todos los simios, los gibones eran los que estaban *menos* emparentados con nosotros. Dado que nuestros parientes más próximos eran los chimpancés y los gorilas, resultaba más fácil pensar en nuestros ancestros como grandes primates

terrestres que caminaban apoyándose en los nudillos.

¡El problema son esos irritantes fósiles!

Resulta que no se ha encontrado ni un solo fósil de un simio grande que caminara apoyándose en los nudillos y viviera cuando los humanos, los chimpancés y los gorilas se separaron de su antepasado común. En cambio, los pocos fósiles que tenemos de esa época son de simios más pequeños que podían colgarse con los brazos de las ramas de los árboles y tenían espaldas flexibles capaces de adoptar una postura erguida.

Solo unas semanas antes de que Böhme presentara al mundo a *Danuvius*, Carol Ward, paleoantropóloga de la Universidad de Misuri, publicó su estudio de una pelvis de *Rudapithecus hungaricus*, un simio fósil de diez millones de años de antigüedad hallado en los depósitos pantanosos de Rudabánya, en Hungría. El cráneo y los dientes sitúan a este animal en la base del linaje de los grandes simios, pero la pelvis no se parece en nada a la de estos; en cambio, se parece en muchos aspectos a la del siamang, la mayor de las especies de gibones. La pelvis indicaba a Ward y sus colegas que *Rudapithecus* podía desplazarse erguido con más eficiencia que cualquier gran simio moderno. De modo que *Danuvius* podría no haber sido el único simio que caminaba por los árboles.[143]

«Preguntarse por qué los humanos se alzaron y dejaron de andar a cuatro patas es plantearse la pregunta equivocada —declaró Ward a mis alumnos de la asignatura de Evolución Humana cuando visitó el Dartmouth College en 2018—. Quizá deberíamos preguntarnos, en cambio, por qué nuestros antepasados no empezaron por ponerse a cuatro patas ya de entrada».

De vuelta en Hammerschmiede, en aquel mismo viaje, giré poco a poco a mi alrededor contemplando toda la extensión del anfiteatro de la cantera. El lugar donde tres años antes se había encontrado el gran esqueleto masculino de *Danuvius* ya no existía: las excavadoras lo habían vaciado por completo. Se había extraído un montón de tierra, lo que implicaba que potencialmente también se habían convertido en ladrillos un montón de restos de *Danuvius*.

—Encontramos a la hembra de *Danuvius* justo ahí —me dijo Böhme, señalando una pared de arcilla que albergaba la lente de arena donde su equipo había recuperado algunos dientes y un pequeño fémur. Siempre optimista, me sonrió y añadió—: Estoy segura de que hay más de ella ahí dentro. La encontraremos el año que viene.

La existencia de *Danuvius* resulta maravillosamente perturbadora para nuestra disciplina. Además, podría ayudarnos a resolver el misterio de algunos otros

fósiles controvertidos.

Recordemos que Tumai, el *Sahelanthropus*, vivió y murió hace siete millones de años. Algunos especialistas en genética molecular sostienen que la escisión entre el linaje de los humanos y el de los chimpancés se produjo en una época algo anterior, lo que permitiría a un *Sahelanthropus* bípedo entrar por los pelos en la categoría de hominino.[144] Otros insisten, en cambio, en que nuestro último ancestro común vivió en una fecha más reciente y, por lo tanto, es erróneo considerar a *Sahelanthropus* un hominino bípedo.

Danuvius podría aportar una solución a este dilema.

Todd Disotell, nuestro amigo el antropólogo molecular de brazos tatuados del capítulo 3, sitúa firmemente a nuestro último ancestro común hace seis millones de años, con un margen de error de más o menos quinientos mil. Si está en lo cierto, Tumai, un simio erguido y potencialmente bípedo, sería anterior a ese último ancestro común: habría existido *antes* de que evolucionaran los homininos, antes de que existiera siquiera un linaje humano propiamente dicho. Esto no podría ser así si la marcha erguida fuera exclusiva de los homininos, pero, en cambio, tiene sentido si el último antepasado común de los humanos y los grandes simios africanos fuera más bípedo que los chimpancés y gorilas actuales.[145]

Aquí es donde *Danuvius* entra en juego.

Danuvius podría estar diciéndonos que nuestros antiguos antepasados simios caminaban erguidos por los árboles, alzando las manos por encima de la cabeza para agarrarse a las ramas superiores mientras con las patas traseras se desplazaban por otras ramas, igualmente estrechas, para alcanzar la fruta madura. Los actuales orangutanes, gibones y monos araña a veces hacen lo mismo.[146]

Los antecesores de los gorilas y, poco después, de los chimpancés podrían haberse diferenciado a partir de un antepasado como este, desarrollando cuerpos de mayor tamaño que tenían el inconveniente de hacer más letales las caídas desde lo alto de los árboles al lecho forestal. Para protegerse de tales caídas, a su vez, desarrollaron brazos más largos, palmas más grandes y zonas lumbares más rígidas.

Pero en los bosques africanos los árboles frutales son dispersos y no es fácil desplazarse de copa en copa, por lo que aquellos simios de brazos largos y cuerpo de gran tamaño habrían tenido que desplazarse por tierra para trasladarse de una zona de alimentación a otra. ¿Es posible que caminaran sobre dos piernas? No. Sus cortas y rígidas zonas lumbares les habrían obligado a hacerlo en una postura agachada, por lo que la marcha bípeda les habría resultado extenuante. Habrían

tenido que desplazarse a cuatro patas, pero sus dedos eran demasiado largos y curvados para apoyar las plantas en el suelo, de modo que los habrían contraído y se habrían apoyado en los nudillos. Si esta hipótesis es correcta, los chimpancés y los gorilas desarrollaron su peculiar forma de locomoción por separado, pero por las mismas razones.

¿Y nuestros antepasados? Ya se habían adaptado a una postura erguida, y, con unos pocos reajustes anatómicos, caminar de forma bípeda por el suelo podría resultarles tan sencillo como hacerlo por los árboles.

Si se acepta esta interpretación de *Danuvius*, ya no necesitamos explicar por qué evolucionó la bipedación a partir de la marcha con el apoyo de los nudillos, porque no fue así. La bipedación no fue en absoluto una forma nueva de locomoción, sino una forma antigua adaptada a un nuevo entorno. Dicho de otro modo: la «marcha del progreso» podría haberse desarrollado justo al revés. No desarrollamos la bipedación a partir de un antepasado que caminaba apoyándose en los nudillos; antes al contrario, las especies que se desplazan de ese modo evolucionaron a partir de simios que eran, al menos ocasionalmente, bípedos.

Hay otra pieza intrigante de este rompecabezas que no tiene que ver con los pies y las piernas de nuestros antepasados, sino con sus manos.

Los chimpancés tienen los pulgares relativamente cortos y los demás dedos de las manos largos y ganchudos. Los humanos, en cambio, tenemos los dedos cortos y un pulgar largo y robusto. Con la yema del pulgar podemos tocar las yemas de todos los demás dedos, lo que nos confiere ese rasgo a menudo tan comentado que denominamos «pulgar oponible». Durante todo un siglo, los científicos han intentado averiguar cómo evolucionó esta mano a partir de la de los chimpancés. Sergio Almécija, paleoantropólogo del Museo Americano de Historia Natural de Nueva York, cree que también esto lo henos entendido al revés.

El análisis que realizó en 2010 de un pulgar de *Orrorin tugenensis*, de seis millones de años de antigüedad, reveló que este era sorprendentemente parecido al humano. Cinco años después, analizó las proporciones de los huesos de la mano en diversos fósiles de simios y humanos, y concluyó que en los últimos seis millones de años la mano humana ha cambiado sorprendentemente poco. En cambio —postuló—, los chimpancés y los demás simios desarrollaron dedos más largos para no caerse de los árboles.

¿Y qué tiene esto que ver con la bipedación?

Caminar de forma bípeda sobre las ramas de los árboles plantea un problema de equilibrio. Sin duda, un dedo gordo prensil ayuda a sujetarse a las ramas, pero ¿no necesitarían también aquellos primitivos simios bípedos unas manos dotadas

de una potente función prensil? Puede que no, según dicen Susannah Thorpe y sus colegas de la Universidad de Birmingham, que han descubierto que basta un ligero toque con la punta de los dedos para ayudar a la gente a mantener el equilibrio, además de reducir la actividad muscular en un 30 por ciento.[147]

Aunque la novedad de volver del revés la «marcha del progreso» sin duda resulta atractiva, es posible que le estemos dando demasiadas vueltas al asunto. ¿Puede salvarse la hipótesis de que evolucionamos a partir de animales que caminaban apoyándose en los nudillos? Por supuesto.[148] Si los paleoantropólogos de África Oriental descubrieran el esqueleto de un simio que caminaba apoyándose en los nudillos en sedimentos de entre diez y catorce millones de años de antigüedad, la hipótesis de que el linaje humano surgió de un antepasado que se desplazaba de ese modo volvería a estar sobre la mesa. Los simios europeos, incluidos *Danuvius* y *Rudapithecus*, podrían acabar siendo solo parientes extintos que nos están confundiendo.

Pero el caso es que la ciencia aún no ha encontrado pruebas de la existencia de tal especie. Aun así, sería necio pensar que lo tenemos todo resuelto. Quedan fósiles por encontrar y gran parte de la historia humana por escribir.

Por el momento, sin embargo, los fósiles que tenemos cuentan una historia fascinante. Hace aproximadamente de cuatro a siete millones de años —más del primer tercio de nuestra historia evolutiva como homininos—, un simio bien equipado para la vida en los árboles siguió el camino de los bosques en su retroceso del continente europeo al africano y se dispersó por las irregulares zonas boscosas de África Central y Oriental.[149] Como sus predecesores *Danuvius*, era bípedo en los árboles, y a veces también podía desplazarse de forma bípeda por el suelo. Caminaba extendiendo las piernas, tenía las caderas como las nuestras, y al andar podía despegarse del suelo con la parte exterior del pie, al tiempo que conservaba un dedo gordo prensil en la parte interior. Evolucionaron distintos tipos: *Sahelanthropus*, *Orrorin*, *Ardipithecus*… y seguramente muchos más que aún no hemos descubierto.

Durante millones de años, ocuparon un nicho medioambiental en el perímetro de los menguantes bosques africanos, alimentándose de fruta y durmiendo en los árboles. Estos últimos eran su vida, pero para ir de una zona arbolada a otra se desplazaban con cuidado y extrema cautela sobre dos patas por un paisaje que resultaba peligroso para ellos.

Sin embargo, la evolución no se detiene. Estaba a punto de comenzar la era del australopiteco.

[126] Rick Gore, «The First Steps», *National Geographic* (febrero de 1997), pp. 72-99.

[127] Tim D. White, Gen Suwa y Berhane Asfaw, «*Australopithecus ramidus*, a New Species of Early Hominid from Aramis, Ethiopia», *Nature*, 371 (1994), pp. 306-312. El espécimen tipo —una colección de dientes asociados— lo encontró un lugareño de Afar llamado Gada Hamed.

[128] Tim D. White, Gen Suwa y Berhane Asfaw, «Corrigendum: *Australopithecus ramidus*, a New Species of Early Hominid from Aramis, Ethiopia», *Nature*, 375 (1995), p. 88.

[129] Rex Dalton, «Oldest Hominid Skeleton Revealed», *Nature* (1 de octubre de 2009). Donald Johanson y Kate Wong, *Lucy's Legacy: The Quest for Human Origins*, Nueva York: Broadway Books, 2010, p. 154.

[130] Giday WoldeGabriel *et al.*, «The Geological, Isotopic, Botanical, Invertebrate, and Lower Vertebrate Surroundings of *Ardipithecus ramidus*», *Science*, vol. 326, n.º 5.949 (2009), pp. 65-65e5. Como ocurre con muchas afirmaciones aparentemente simples en paleoantropología, esta resulta un tanto controvertida. Algunos estudiosos han argumentado que la zona de Aramis no habría sido tan boscosa como sugieren White y sus colegas. Thure E. Cerling *et al.*, «Comment on the Paleoenvironment of *Ardipithecus ramidus*», *Science*, 328 (2010), p. 1.105. Además, un segundo yacimiento de fósiles de *Ardipithecus ramidus*, el de Gona (también en Etiopía), parece corresponder a un entorno de pradera, lo que implica que *Ardipithecus* pudo vivir en hábitats diversos. Sileshi Semaw *et al.*, «Early Pliocene Hominids from Gona, Ethiopia», *Nature*, 433 (2005), pp. 301-305. Curiosamente, hay un segundo esqueleto parcial de *Ardipithecus* del entorno abierto de Gona, y este parece exhibir adaptaciones esqueléticas para caminar de forma bípeda mejor desarrolladas (es decir, más similares a las humanas) que el *Ardipithecus* del entorno boscoso de Aramis. Scott W. Simpson, Naomi E. Levin, Jay Quade, Michael J. Rogers y Sileshi Semaw, «*Ardipithecus ramidus* Postcrania from the Gona Project Area, Afar Regional State, Ethiopia», *Journal of Human Evolution*, 129 (2019), pp. 1-45.

[131] Me refiero aquí a los propios fósiles. En vida, los esqueletos de Lucy y Ardi habrían tenido una densidad ósea similar.

[132] Fue el difunto J. Desmond Clark quien formó este grupo en 1981. También han dirigido el proyecto el ya mencionado geólogo Giday WoldeGabriel y el paleoantropólogo Yonas Beyene, especializado en arqueología.

[133] En 2019, Scott Simpson, de la Universidad Case de la Reserva Occidental, publicó el análisis que había hecho su equipo de otro esqueleto parcial de *Ardipithecus ramidus* descubierto en la región de Gona. Aunque todavía no he tenido ocasión de estudiar el fósil original, me parece que está aún mejor adaptado para la locomoción bípeda que Ardi. Si resulta ser cierto, significa que en aquel momento (hace 4,4 millones de años) había cierta variación en las capacidades bípedas de *Ardipithecus*: la selección natural podría haber favorecido a los individuos mejor adaptados a la marcha bípeda para acabar dando lugar a un *Australopithecus* habitualmente bípedo a partir de un

Ardipithecus que solo lo era de manera ocasional.

[134] La imagen de la evolución humana representada de izquierda a derecha y de forma escalonada y gradual es muy anterior a la ilustración de Zallinger. Benjamin Waterhouse Hawkins ya dibujó esqueletos de simios modernos erguidos en Thomas Henry Huxley, *Evidence as to Man's Place in Nature*, Londres: Williams & Norgate, 1863. El mismo tipo de imágenes aparecen asimismo en William K. Gregory, «The Upright Posture of Man: A Review of Its Origin and Evolution», *Proceedings of the American Philosophical Society*, vol. 67, n.º 4 (1928), pp. 339-377. Y vuelven a aparecer de nuevo en la portada interior de Raymond Dart, *Adventures with the Missing Link*, Nueva York: Harper & Brothers, 1959.

[135] C. Owen Lovejoy, Gen Suwa, Scott W. Simpson, Jay H. Matternes y Tim D. White, «The Great Divides: *Ardipithecus ramidus* Reveals the Postcrania of Our Last Common Ancestors with African Apes», *Science*, vol. 326, n.º 5.949 (2009), pp. 73-106. Tim D. White, C. Owen Lovejoy, Berhane Asfaw, Joshua P. Carlson y Gen Suwa, «Neither Chimpanzee Nor Human, *Ardipithecus* Reveals the Surprising Ancestry of Both», *Proceedings of the National Academy of Science*, vol. 112, n.º 16 (2015), pp. 4.877-4.884.

[136] La descubridora de este fascinante simio es Laura MacLatchy, mi directora de tesis en la Universidad de Míchigan. Véase Laura MacLatchy, «The Oldest Ape», *Evolutionary Anthropology*, 13 (2004), pp. 90-103.

[137] James T. Kratzer *et al.*, «Evolutionary History and Metabolic Insights of Ancient Mammalian Uricases», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 111, n.º 10 (2014), pp. 3.763-3.768. Aquí hay que hacer una distinción importante: Kratzer *et al.* utilizan la mutación de la uricasa para explicar cómo los simios africanos migraron de regreso al África ecuatorial, mientras que yo sugiero que dicha mutación habría ayudado a estos simios a vivir en la Europa moderna. También hay pruebas de que el ácido úrico contribuye a regular la tensión arterial y a mantenerla estable, incluso en épocas de inanición. Benjamin de Becker, Claudio Borghi, Michel Burnier y Philippe van de Borne, «Uric Acid and Hypertension: A Focused Review and Practical Recommendations», *Journal of Hypertension*, vol. 37, n.º 5 (2019), pp. 878-883.

[138] Matthew A. Carrigan *et al.*, «Hominids Adapted to Metabolize Ethanol Long Before Human-Directed Fermentation», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 112, n.º 2 (2015), pp. 458-463. Para saber más sobre el metabolismo del alcohol en el aye-aye, véase Samuel R. Gochman, Michael B. Brown y Nathaniel J. Dominy, «Alcohol Discrimination and Preferences in Two Species of Nectar-Feeding Primate», *Royal Society Open Science*, 3 (2016), 160217.

[139] Madelaine Böhme *et al.*, «A New Miocene Ape and Locomotion in the Ancestor of Great Apes and Humans», *Nature*, 575 (2019), pp. 489-493.

[140] Véase Scott A. Williams *et al.*, «Reevaluating Bipedalism in *Danuvius*», *Nature*, 586 (2020), pp. E1-E3. Madelaine Böhme, Nikolai Spassov, Jeremy M. DeSilva y David R. Begun, «Reply to: Reevaluating Bipedalism in *Danuvius*», *Nature*, 586 (2020), pp. E4-

E5.

[141] Dudley J. Morton, «Evolution of the Human Foot. II», *American Journal of Physical Anthropology*, (1924), p. 1.052. Véase también Russell H. Tuttle, «Darwin's Apes, Dental Apes, and the Descent of Man», *Current Anthropology,* 15 (1974), pp. 389-426. Russell H. Tuttle, «Evolution of Hominid Bipedalism and Prehensile Capabilities», *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 292 (1981), pp. 89-94.

[142] Comunicación personal con el biólogo Warren Brockelman.

[143] Carol V. Ward, Ashley S. Hammond, J. Michael Plavcan y David R. Begun, «A Late Miocene Partial Pelvis from Hungary», *Journal of Human Evolution*, 136 (2019), 102645. Algunos estudiosos también han postulado que *Oreopithecus* era bípedo, aunque muchos han rechazado esta afirmación. Un reciente examen de su esqueleto concluye que la anatomía del torso habría hecho que *Oreopithecus* fuera «ciertamente más capaz de comportamientos posicionales bípedos que los grandes simios existentes». Véase Ashley S. Hammond *et al.*, «Insights into the Lower Torso in Late Miocene Hominoid *Oreopithecus bambolii*», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 117, n.º 1 (2020), pp. 278-284.

[144] Por ejemplo, Kevin E. Langergraber *et al.*, «Generation Times in Wild Chimpanzees and Gorillas Suggest Earlier Divergence Times in Great Ape and Human Evolution», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 109, n.º 39 (2012), pp. 15.716-15.721.

[145] En su libro de 2007, Aaron Filler plantea la hipótesis de que la locomoción bípeda se remonta aún más atrás, a los mismos inicios del linaje de los simios, hace veinte millones de años. Aduce como prueba una columna vertebral de *Morotopithecus bishopi*. Sin embargo, no hay nada en el fémur ni en la articulación de la cadera de esta especie que parezca indicar la presencia de locomoción bípeda en ese taxón. Aaron G. Filler, *The Upright Ape: A New Origin of the Species,* Newburyport (Massachusetts): Weiser, 2007.

[146] Susannah K. S. Thorpe, Roger L. Holder y Robin H. Crompton, «Origin of Human Bipedalism as an Adaptation for Locomotion on Flexible Branches», *Science,* 316 (2007), pp. 1.328-1.331.

[147] Leif Johannsen *et al.*, «Human Bipedal Instability in Tree Canopy Environments Is Reduced by "Light Touch" Fingertip Support», *Scientific Reports*, vol. 7 , n.º 1 (2017), pp. 1-12. Ese ligero toque también podría haber ayudado a nuestros antepasados a encontrar comida. Mi colega Nate Dominy, del Dartmouth College, descubrió que, al igual que los humanos palpamos la fruta en el supermercado para evaluar su madurez, los chimpancés tocan ligeramente los higos para encontrar los que están en su punto. Si los chimpancés, con sus largos dedos, pueden hacer eso, entonces sin duda los primeros homininos bípedos, cuyas manos tenían unas proporciones más similares a las nuestras, también lo hacían cuando se desplazaban por los árboles en busca de fruta. Nathaniel J. Dominy *et al.*, «How Chimpanzees Integrate Sensory Information to Select Figs», *Interface Focus*, 6

(2016).

[148] Tengo un importante número de colegas a los que respeto profundamente que respaldan el modelo de un simio de espalda corta que caminaba apoyándose en los nudillos como la forma corporal a partir de la cual evolucionó la bipedación. David Pilbeam, Dan Lieberman, David Strait, Scott Williams y Cody Prang han argumentado todos ellos en favor de la hipótesis de esta estructura corporal como la de nuestro último antepasado común. Véase, por ejemplo, David R. Pilbeam y Daniel E. Lieberman, «Reconstructing the Last Common Ancestor of Chimpanzees and Humans», en Martin N. Muller, Richard W. Wrangham y David R. Pilbeam (eds.), *Chimpanzees and Human Evolution*, Cambridge (Massachusetts): Belknap Press of Harvard University Press, 2017, pp. 22-142. Algunas de las pruebas más convincentes en favor de la existencia de un último antepasado común que caminaba apoyándose en los nudillos se encuentran en la muñeca. La mayoría de los primates tienen nueve huesos en cada muñeca, pero los humanos y los simios africanos solo tienen ocho. La razón es que en los gorilas, chimpancés, bonobos y humanos, uno de los huesos, el llamado *os centrale*, está fusionado con el escafoides, convirtiendo así dos huesos en uno. ¿Por qué? Pues parece que esta fusión ayuda a estabilizar la muñeca al caminar apoyándose en los nudillos, lo que abogaría en favor de la existencia de un último ancestro común que se desplazara de ese modo. Véase Caley M. Orr, «Kinematics of the Anthropoid Os Centrale and the Functional Consequences of the Scaphoid-Centrale Fusion in African Apes and Humans», *Journal of Human Evolution*, 114 (2018), pp. 102-117. Thomas A. Püschel, Jordi Marcé-Nogué, Andrew T. Chamberlain, Alaster Yoxall y William I. Sellers, «The Biomechanical Importance of the Scaphoid-Centrale Fusion During Simulated Knuckle-Walking and Its Implications for Human Locomotor Evolution», *Scientific Reports*, vol. 10, n.º 3.526 (2020), pp. 1-10. La fusión de los huesos de la muñeca también podría interpretarse como una variación aleatoria que resultó ser selectivamente neutra en un simio arborícola, pero que luego predispuso a los gorilas y chimpancés a la mencionada forma de locomoción más adelante en su historia evolutiva. Aunque actualmente estoy a favor del modelo de origen bípedo arborícola y de espalda larga, será fascinante ver cómo se desarrolla este debate y cómo se nutre de nuevos fósiles en las próximas décadas.

[149] Un descubrimiento fósil que aquí no comento porque todavía no sé qué pensar al respecto es el de un yacimiento de huellas de bípedos de casi seis millones de años de antigüedad del que se ha informado en la isla de Creta. Se trata de pisadas un tanto controvertidas, pero, si se verifican, significará que siguió habiendo simios bípedos viviendo en refugios europeos aun después de que el último antepasado común de los humanos y los simios africanos habitara en África. Gerard D. Gierliński *et al.*, «Possible Hominin Footprints from the Late Miocene (c. 5.7 Ma) of Crete?», *Proceedings of the Geologists' Association*, vol. 128, n.º 5-6 (2017), pp. 697-710.

PARTE II

Devenir humanos

Cómo la marcha erguida nos trajo la tecnología, el lenguaje, los alimentos que comemos y nuestra forma de criar a los hijos

«Homo sapiens no inventó la bipedación. Fue justo al revés».

ERLING KAGGE, explorador,

Caminar. Las ventajas de descubrir el mundo a pie, 2019[150]

---

[150] Erling Kagge, *Walking: One Step at a Time*, Nueva York: Pantheon, 2019, p. 157 [trad. cast.: *Caminar. Las ventajas de descubrir el mundo a pie*, Madrid: Taurus, 2022].

06

Pisadas ancestrales

«Hay cierto encanto en caminar despacio por una silenciosa llanura».

JOHN KEATS, «Líneas escritas en las Tierras Altas tras una visita al país de Burns», 1818[151]

Al noroeste del cráter del Ngorongoro, en la región septentrional de Tanzania, se extiende un hermoso y agreste paisaje conocido como Laetoli o Laetolil.[152] El nombre viene de una planta que produce una delicada flor de pétalos rojos y que solo se encuentra en esta zona de Tanzania. Pero esta flor está rodeada de otras plantas que no resultan ni de lejos tan seductoras.

De las cinco especies de acacias conocidas en la zona, dos dominan el paisaje. Una es la clásica acacia de copa plana cuya silueta aparece recortada sobre la puesta de sol en todos los documentales sobre la fauna y flora africana, y cuyas rígidas espinas protegen las hojas de las ávidas bocas de las jirafas. La otra es un arbusto bajo con espinas de cinco centímetros que nacen de unos bulbos redondos y negros cuya forma se asemeja a la de las bombas de los dibujos animados de Bugs Bunny. Dichos bulbos, que son huecos, emiten un sonido agudo cuando el viento sopla a través de ellos, lo que da a esta acacia el nombre de «espina silbadora». Los bulbos también producen un dulce néctar que sirve de sustento a colonias de hormigas que viven en su interior. Basta rozarlos un poco para que las hormigas, vigorizadas por el néctar, salgan en tropel con las fauces abiertas.

Era justamente una espina de acacia silbadora la que se había clavado profundamente en el pie de la niña masái.

En nuestro viaje matutino a Laetoli desde el campamento, en las inmediaciones de la aldea de Endulen, pasamos junto a un rebaño de más de un millar de cebras. Los potrillos lactantes lucían ya unas difusas franjas marrones y blancas, mientras que los adultos exhibían las características rayas blancas y negras que, según se cree, sirven para confundir los ojos compuestos de los tábanos y evitar así sus picaduras. El paisaje imitaba el patrón visual de las cebras. La carretera de tierra (formada por los sedimentos erosionados de erupciones volcánicas que se han producido esporádicamente durante millones de años en esta zona, situada en el extremo oriental del Gran Valle del Rift) era del color del carbón, mientras que, a ambos lados, los pastos de color de trigo se extendían a lo largo de kilómetros, alimentando a las cebras, los ñúes, las gacelas y el ganado de los pastores masáis.

Las lluvias estacionales han erosionado este paisaje, excavando profundos barrancos y valles que han dejado al descubierto antiguas rocas. Charles Musiba, un paleoantropólogo de la Universidad de Colorado en Denver de aspecto imponente y voz grave, lleva décadas buscando fósiles en esta zona.

Cuando era estudiante de secundaria y vivía en la región tanzana del lago Victoria, Musiba descubrió su amor por la paleoantropología tras asistir a una charla de Mary Leakey. Después de escuchar sus relatos sobre el descubrimiento de la garganta de Olduvai, se acercó a ella para preguntarle cómo podía ayudar. Ella le preguntó si tenía alguna habilidad especial, a lo que él respondió que sabía dibujar. Leakey, que había empezado su carrera como ilustradora científica, decidió darle una oportunidad. Tras realizar unos cuantos bocetos de herramientas líticas, Musiba se convirtió en miembro del equipo de Leakey.

En junio de 2019, Musiba y yo llevamos a Laetoli a nuestros respectivos alumnos de la Universidad de Colorado y el Dartmouth College. El equipo de Musiba había encontrado allí una antigua mandíbula de hominino unos años antes, y volvimos al lugar para ver si podíamos encontrar más. Llevábamos más o menos una hora peinando minuciosamente el suelo cuando aparecieron seis niños masáis acompañados de una niñita de no más de cinco años. Cojeaba terriblemente y lloraba. Tenía el tobillo hinchado, y en el delicado arco de su piececito descalzo se había formado una costra negra. Agradecido porque mi propia hija pequeña me había preparado un botiquín de primeros auxilios antes de viajar a Tanzania, le entregué unas pinzas y unas toallitas antisépticas a nuestro ayudante de campo masái Josephat Gurtu.

La niña sollozaba y hundía la cabeza en el hombro de su hermana, mientras Gurtu exploraba profundamente con las pinzas la causa de su dolor. Pronto extrajo una espina de acacia del tamaño de un clavo de techado. De la herida

manaba una enorme cantidad de pus, ya que la espina llevaba allí algún tiempo y el pie estaba tremendamente infectado. Gurtu lavó la herida, le aplicó crema antibiótica del botiquín, y a continuación envolvió el pie en gasa estéril y esparadrapo. Su hermana nos dio las gracias en la lengua masái; luego, la niñita se marchó renqueando junto con los otros chiquillos.

Pasé el resto de la mañana buscando fósiles, pero no dejaba de pensar en aquella niña. Las cebras y las jirafas caminan sobre pezuñas queratinizadas. Los elefantes tienen unos pies gruesos y acolchados. Pero el blando pie desnudo de un niño bípedo resulta especialmente vulnerable en este implacable paisaje.[153]

Sin embargo, los pies descalzos de nuestros antepasados llevan más de 3,5 millones de años caminando por Laetoli. Y la prueba de ello estaba justamente a nuestro alrededor.

En 1976, Mary Leakey reunió a un equipo con el objetivo de buscar fósiles en Laetoli. Ella y su marido, Louis, ya habían visitado el lugar cuarenta años antes y habían encontrado algunos fósiles, pero luego su trabajo los había llevado a otro yacimiento tanzano, la garganta de Olduvai, al que habían consagrado su labor desde entonces. Sin embargo, tras el fallecimiento de Louis, Mary volvió a centrar su atención en Laetoli. Un estudio geológico había revelado que era bastante más antiguo que Olduvai, y su equipo había logrado encontrar algunos fósiles de homininos que la erosión había hecho aflorar en sedimentos volcánicos de unos 3,5 millones de años de antigüedad. Pero ni siquiera la propia Mary podría haber previsto las maravillas que escondía Laetoli en sus antiguos estratos rocosos.

Lo único que hizo falta para descubrirlas fue una batalla amistosa con estiércol de elefante.

El 24 de julio de 1976, Mary Leakey recibió a varios investigadores visitantes: Kay Behrensmeyer, Dorothy (Doty) Dechant, Andrew Hill y David (Jonah) Western. Su hijo Philip los llevó a recorrer el yacimiento, pero al cabo de un rato Western, un ecólogo y biólogo conservacionista que más tarde sería director del Servicio de Vida Silvestre de Kenia, terminó por aburrirse. Así que cogió un gran trozo de estiércol seco de elefante y se lo lanzó a los demás como si fuera un frisbi. Hill, un paleontólogo que por entonces trabajaba en los Museos Nacionales de Kenia y que más tarde se convertiría en un prestigioso profesor en la Universidad de Yale, devolvió el fuego. La batalla continuó hasta que Hill y Behrensmeyer, actualmente conservador de paleontología en el Instituto Smithsoniano, se refugiaron en un barranco. Mientras buscaban más munición, observaron unas extrañas improntas en una capa de ceniza volcánica endurecida que afloraba de la ladera debido a la erosión.

¿Huellas fósiles de elefante?, se preguntó Hill en voz alta. Se pactó una tregua en la batalla de estiércol, y los demás acudieron a ver qué habían encontrado.

A lo largo de todo el barranco, y más allá de él, había huellas (pisadas) de antílopes, cebras, jirafas e incluso pájaros. También había unos pequeños y extraños hoyuelos en la grisácea corteza volcánica.[154] Hill ya había visto reproducidas hendiduras como aquellas en los tres volúmenes de la obra *Principios de geología* de Charles Lyell, publicados entre 1830 y 1833. Uno de dichos volúmenes contenía una ilustración realizada por Lyell de improntas de gotas de lluvia recién caídas formadas en el barro en la bahía de Fundy, en Nueva Escocia, junto con el argumento del autor de que el origen de otras improntas similares ya endurecidas y encontradas en rocas eran también gotas de lluvia caída hacía eones. Lyell creía que los procesos que afectan actualmente a la superficie de la Tierra son los mismos que esculpieron el paisaje en el pasado. Esta idea, que se conoce como *uniformismo*, constituye hoy uno de los cimientos de la ciencia moderna. Y allí, en la ceniza volcánica de Laetoli, Hill había encontrado un ejemplo de manual.

Durante las semanas siguientes, el equipo excavó en el que pasaría a conocerse como Yacimiento A, retirando el sedimento suprayacente para revelar miles de huellas en la ceniza endurecida. Los fósiles nos hablan de la vida de un organismo en términos generales; las huellas fósiles, las pisadas, son como instantáneas de la vida de un individuo concreto.

El geólogo Dick Hay se puso manos a la obra para averiguar cómo se habían producido. Finalmente, determinó que una erupción volcánica había cubierto el paisaje con una gruesa capa de ceniza. La lluvia convirtió la ceniza en un lecho fangoso. Los animales caminaron por él durante unos días, y, cuando salió el sol, el lecho se secó y se endureció como el cemento, preservando aquel momento en el tiempo de hace 3,66 millones de años.[155] Más tarde, la nueva ceniza procedente de erupciones volcánicas posteriores cubrió la capa de huellas como una manta.

Simon Matalo, un masái de la zona, pudo identificar las huellas mejor que nadie. Señaló cuáles correspondían a antiguos elefantes, rinocerontes, cebras, antílopes, grandes felinos, babuinos, aves e incluso milpiés. La mayoría pertenecían a pequeños antílopes y conejos.

Mary Leakey les dijo a los miembros de su equipo que observaran si también había huellas de bípedos; quizá tuvieran suerte. Y en septiembre la tuvieron.[156] El biólogo conservacionista Peter Jones estaba con Philip Leakey cuando descubrieron cinco pisadas consecutivas de algo que se había desplazado sobre

dos patas en lugar de cuatro. Pero aquellas huellas bípedas resultaban un tanto extrañas: eran pequeñas, y parecían de un ser que daba «pasos cruzados», es decir, que ponía un pie casi encima del otro al andar como una modelo en una pasarela.

Se sacaron moldes de yeso de las huellas, y Mary Leakey las hizo examinar por varios expertos en Londres y Washington. Algunos dudaron que aquellas pisadas pudiera haberlas dejado un antepasado humano, y uno de ellos incluso llegó a sugerir que tal vez fueran de un oso bípedo ya extinto.

Mary se sintió decepcionada, pero no por mucho tiempo.

Dos años después de que se descubrieran las huellas, Paul Abell, un académico de la Universidad de Rhode Island experto en geoquímica, paseaba por una zona vecina hoy conocida como Yacimiento G cuando observó lo que parecía la impronta de un talón humano. De regreso al campamento, se lo comunicó a Mary Leakey, pero en aquel momento ella se estaba recuperando de una fractura de tobillo y no quiso hacer el esfuerzo de caminar hasta allí para quizá llevarse otra decepción. En su lugar, envió a Ndibo Mbuika, que había trabajado con los Leakey en Olduvai, para que inspeccionara el hallazgo y luego la informara.[157]

Mbuika, que en 1962 había descubierto el primer diente de *Homo habilis*, no tuvo que excavar mucho antes de darse cuenta de que la huella era de un hominino. Es más: aquella impronta le llevó a descubrir varias más. Al final se desenterraron un total de cincuenta y cuatro huellas de antiguos homininos, que formaban dos rastros paralelos.

Estas huellas se cuentan hoy entre los descubrimientos más extraordinarios de la historia de nuestra disciplina. Parece ser que tres individuos, o quizá incluso cuatro, caminaron juntos por allí, todos en dirección norte.[158] Uno iba por la izquierda; otro, de mayor tamaño, por la derecha; y un tercero (y tal vez un cuarto) caminaba(n) justo por encima de las pisadas más grandes.

Los científicos han estado analizando estas huellas durante décadas, y la mayoría de ellos las consideran coherentes con lo que sabemos de *Australopithecus afarensis* (la especie de Lucy) a partir de sus huesos. Los individuos de esta especie caminaban apoyando el talón con firmeza y manteniendo el dedo gordo alineado con los demás dedos del pie. También parecían tener un incipiente arco plantar. En otras palabras, los australopitecos tenían un pie muy parecido al nuestro, y también caminaban como nosotros, aunque con algunas sutiles diferencias.

Al caminar, los humanos actuales transferimos el peso al dedo gordo del pie, que utilizamos primordialmente como punto de apoyo para despegarnos del

suelo. Las huellas de Laetoli las dejaron unos individuos que también se impulsaban con el dedo gordo, pero al hacerlo mantenían algo de peso en la parte exterior del pie. Las pisadas revelan que los homininos de Laetoli debían de tener los pies planos en comparación con los humanos modernos, algo que también cabe deducir de los huesos que nos dejó esta especie. Parece asimismo que quienes dejaron esas huellas no se impulsaban contra el suelo con tanta fuerza como los humanos actuales, aunque eso también podría deberse a que caminaban sobre una capa de densa y húmeda ceniza.[159]

A diferencia de las expectativas que uno podría forjarse a partir de la imagen de la «marcha del progreso», los australopitecos no caminaban agachados como los chimpancés; ni se bamboleaban como Louis el gorila cuando transporta sus tomates de un lado a otro de su recinto. Caminaban erguidos, con las piernas extendidas y la espalda recta: como nosotros.

Las huellas de Laetoli captan un momento de la vida de nuestros parientes extintos. Las pisadas están muy juntas y sincronizadas, lo que revela que los individuos caminaban lentamente y lo hacían en grupo. Se dirigían hacia el norte, hacia la cuenca de Olduvai, donde seguramente habría agua y árboles. Dado que el tamaño de los pies y la estatura guardan cierta correlación, podemos estimar que el individuo de la izquierda, de menor tamaño, medía algo menos de metro veinte, aproximadamente el tamaño de Lucy; y el más grande, el de la derecha, medía algo menos de metro y medio. El pie derecho del individuo más pequeño se apoyaba en un ángulo extraño, lo que induce a pensar que el hominino en cuestión podría estar herido. Hacia el final del rastro, las pisadas se entremezclan y se hacen ligeramente más profundas, lo que indica que el grupo se detuvo y se dio la vuelta; pero, tras una pausa, continuó su camino hacia el norte.

Las huellas de Laetoli constituyen un elegante ejemplo de la intersección entre ciencia e imaginación. Sabemos algunas cosas con certeza: por ejemplo, que proceden de bípedos. Pero ¿quienes las dejaron iban cogidos de la mano? ¿O quizá caminaban abrazados, tal como se representa en el diorama de Laetoli expuesto en el Museo Americano de Historia Natural de Nueva York? Son preguntas fascinantes y evocadoras. Imagine la escena:

> *Tenemos que ir al norte. Ahí es donde hay agua y donde deberían estar los demás. Ayer fue un infierno. El aire era espeso. El cielo se volvió negro y llovió ceniza. El suelo temblaba. La tierra rugía como un depredador. Hoy es mejor, pero tengo miedo y estoy hambriento. Las nubes siguen siendo densas, y siguen centelleando y retumbando, pero al menos cae agua en lugar de ceniza. No hay nada que comer. La*

hierba ha desaparecido, cubierta por la ceniza. Tenemos que ir al norte. Hacia el agua. Allí habrá comida y estarán los demás, a menos que también a ellos los haya cubierto la ceniza, que se aferra a las ramas de nuestros árboles. Oteamos minuciosamente el paisaje y descendemos, pisando la superficie fangosa. Caminamos en fila, pisando cada uno las huellas del otro, y ocultando así cuántos somos. El suelo está resbaladizo y tenemos que caminar despacio. Además, mamá sigue herida. Camina con cuidado a nuestra izquierda. Tiene una espina profundamente clavada en el pie. No podemos quitársela. Unas huellas de cebra se cruzan en nuestro camino. Vemos un grupo de pintadas y algunos dic-dics en busca de comida. Un elefante nos observa de cerca. Cuando el suelo vuelve a retumbar, mamá se detiene y gira hacia el oeste. No. Continuamos hacia el norte, avanzando a paso lento a través de la espesa ceniza. Norte. Agua.

Las huellas de Laetoli pueden resultar algo confusas, así que permítame que las clarifique un poco. El famoso rastro paralelo de cincuenta y cuatro pisadas que he descrito aquí se encontró en el Yacimiento G. Pero recuérdese que las primeras huellas bípedas descubiertas en Laetoli eran un tanto extrañas. Se encontraron en el Yacimiento A, y parecía que las hubiera dejado una modelo de pasarela; algunos investigadores pensaron que podían ser de una especie de oso extinguida. Yo estaba ansioso por resolver el misterio de aquellas extrañas huellas bípedas. Pero primero teníamos que encontrarlas.

Me sentía desfallecido. Habíamos estado excavando toda la mañana en el Yacimiento A. Ahora teníamos el sol directamente sobre nosotros. No había bebido lo suficiente, y llevaba mi botella térmica medio llena de agua caliente. Justo por debajo de mi anillo de boda me había salido una ampolla en el dedo, que había crecido y reventado después de pasar horas arañando la tierra endurecida del estrato que contenía las huellas. Utilizando los viejos mapas de Mary Leakey, había calculado el lugar exacto donde debían de estar las misteriosas pisadas bípedas. Blaine Maley, profesor de Anatomía del Colegio de Medicina Osteopática de Idaho, y Luke Fannin, estudiante de posgrado de Dartmouth, habían encontrado y reexcavado cuidadosamente el grupo de huellas de cría de elefante que aparecían en el mapa de Mary. Las pisadas del Yacimiento A (que, para abreviar, llamaremos «huellas A») deberían estar a solo unos cuatro metros al oeste; pero allí no había nada, salvo huellas erosionadas de pintadas y de dic-dics. ¿Acaso la misma erosión que inicialmente había dejado al descubierto las huellas bípedas las había vuelto a borrar en algún momento de los últimos cuarenta años?

En compañía de algunos de mis alumnos y de Shirley Rubin, profesora del

Napa Valley College, me refugié bajo una acacia de copa plana, la única sombra disponible. Un nido de enfurecidas abejas colgaba de un árbol cercano, llenando el aire de un inquietante zumbido. ¿Debíamos renunciar a encontrar las huellas A? ¿Era posible que no hubieran sobrevivido a cuarenta años de lluvias estacionales?

Ellie McNutt, una estudiante de posgrado de mi laboratorio de Paleoantropología del Dartmouth College a la que ya hemos hecho referencia anteriormente, acababa de defender su tesis doctoral y había empezado a enseñar Anatomía en la Facultad de Medicina de la Universidad del Sur de California, en Los Ángeles. Nacida en Iowa, enfocaba la ciencia con la sensibilidad característica del Medio Oeste, y se mostraba escéptica ante la creencia comúnmente aceptada de que había sido un antiguo oso el que había dejado las huellas A. Nunca se habían encontrado fósiles de osos de Laetoli, y aquellas huellas eran tan pequeñas que tendría que haberlas dejado un osezno que caminara como si estuviera en el circo. Tras estudiar las filmaciones realizadas durante varias décadas por el experto estadounidense en osos negros Ben Kilham en su centro de investigación de Lyme, Nuevo Hampshire, McNutt descubrió que, cuando no hay humanos alrededor, no es frecuente que los osos caminen de forma bípeda. Solo una vez en cincuenta horas de vídeo un oso dio cinco pasos seguidos en posición erguida, que es lo que se necesitaría para reproducir las huellas A.

Para investigar más a fondo el asunto, McNutt había colgado varias ampollas llenas de jarabe de arce por encima de las cabezas de unos jóvenes ejemplares de osos negros que Kilham estaba rehabilitando para su posterior liberación en la naturaleza, y así había logrado que se irguieran y caminaran de forma bípeda sobre barro húmedo. Luego había medido las pisadas que dejaban, y las había comparado con las fotografías y mediciones publicadas de las huellas A. No coincidían. Los osos no pueden mantenerse en equilibrio sobre las caderas como nosotros: se bambolean de un lado a otro, lo que hace que dejen huellas muy espaciadas. Pero las huellas A estaban muy próximas entre sí, y a veces incluso se entrecruzaban. Como había admitido la propia Mary Leakey, estas pisadas nunca habían llegado a desenterrarse del todo. A menos que volviéramos a encontrarlas, sería difícil sustentar que las dejaron homininos.

Engullí el agua que me quedaba, me puse el sombrero para protegerme del sol y volví a la excavación, donde nuestro ayudante de campo Kallisti Fabian seguía arañando la tierra endurecida con el borde plano de su paleta.

—*Mtu* —dijo de pronto.

—¿Qué?

—¡*Mtu*! —repitió en tono más vehemente.

Fabian había llegado por fin a la capa de ceniza. Y allí había descubierto una pequeña depresión. Era una huella.

—¿*Mtu*? —pregunté yo, repitiendo la palabra suajili que había utilizado él, que significa «humano».

—*Ndiyo* —respondió afirmativamente Fabian.

Me tendí boca abajo, saqué mis herramientas dentales y empecé a separar con cuidado la matriz suprayacente de la impronta. Como la corteza de una galleta, la capa se desprendió de la antigua ceniza volcánica, revelando una pequeña huella de hominino maravillosamente conservada. Toqué la impronta que había dejado el talón y pasé suavemente el pulgar por el borde de la parte que correspondía al dedo gordo.

Aquella no era la pisada de un oso.

He dedicado gran parte de mi carrera a estudiar la evolución de la marcha erguida, pero nunca había visto ni tocado físicamente una huella real de australopiteco.

Justo hasta ese momento. Un escalofrío me recorrió la espina dorsal.

—¡Aquí está! ¡Es el rastro A!

Estaba emocionado. Dos de las integrantes del equipo —Kate Miller, estudiante de posgrado del Dartmouth College, y Anjali Prabhat, que cursaba la licenciatura universitaria— vinieron a ayudarme a continuar con la excavación en busca de nuevas huellas. Había estado a punto de darme por vencido, temiendo que las originarias huellas A hubieran desaparecido por la acción del agua, pero ahí estaban. El resultado de más de cuarenta años de erosión no había sido la destrucción de las huellas; lejos de ello, el tiempo las había cubierto y preservado.

Josephat Gurtu se acercó sonriendo.

—¿*Mtu*? —pregunté.

Asintió con la cabeza.

—*Mtoto* —añadió.

Significa «niño». Eso podría explicar por qué las huellas A parecían un tanto inusuales, por qué eran de pequeño tamaño y por qué se entrecruzaban. Puede que las dejara un niño hominino.[160]

El pie que había dejado las huellas A medía algo más de quince centímetros, aproximadamente la longitud del pie de un niño humano moderno de cuatro años. El dedo gordo había dejado una clara impronta en la ceniza volcánica endurecida, y también era muy visible el impacto del talón.

Aquella misma tarde volvimos al yacimiento y excavamos lo que quedaba del

rastro, redescubriendo cinco huellas consecutivas. Escaneamos las huellas con un láser 3D a fin de disponer de una copia digital para su estudio y para la posteridad. Luego ampliamos la excavación hacia atrás y hacia los lados, pero no encontramos nada más. Seguramente la capa húmeda de ceniza volcánica debía de estar endureciéndose cuando este hominino atravesó el paisaje como un fantasma, sin dejar ninguna otra señal de su paso. Pero aquí, en este único punto, la ceniza debía de estar todavía húmeda (puede que se hallara bajo la sombra de un árbol), y quedaron impresas cinco de sus pisadas.

Mientras los estudiantes limpiaban las huellas, reproducían en sus móviles música de los años ochenta: Bruce Springsteen, Yes, Don Henley, Hall & Oates… [161] A última hora de la tarde volvieron los niños masáis. La niñita con el pie infectado parecía mucho más sana y contenta, aunque seguía desconfiando de nosotros y se escondía detrás de sus hermanas. Había acudido al hospital de Endulen para recibir el tratamiento adecuado, y ahora llevaba el pie vendado y calzado con una sandalia masái. Su pie tenía más o menos el mismo tamaño que el que había dejado las huellas A. Así pues, un pequeño hominino había caminado por ese mismo lugar hace 3,66 millones de años.

Abrí la aplicación de brújula de mi móvil y la orienté en dirección al rastro de huellas. Después de que cayera ceniza del cielo, el joven hominino había caminado fatigosamente hacia el norte igual que los demás.

El tema de la marcha bípeda en los primeros homininos —*Sahelanthropus*, *Orrorin* y *Ardipithecus*— resulta un tanto controvertido. Estos antiguos miembros de nuestra estirpe, que vivieron hace unos 4-7 millones de años, aún estaban adaptados a la vida arborícola. Aunque las pruebas fósiles contienen sugerentes indicios de bipedación, la cuestión de en qué medida se desplazaban por el suelo de ese modo sigue siendo objeto de debate mientras no descubramos más fósiles y nuevos métodos para estudiar estos antiguos huesos.

Aunque Lucy estableció la antigüedad de la marcha erguida en 3,18 millones de años, interpretar sus viejos huesos tampoco ha sido tarea fácil. En cambio, las huellas de Laetoli no dejan lugar a dudas. Los primeros miembros del género *Australopithecus*, que vivieron hace más de 3,6 millones de años, caminaban sobre dos piernas de forma muy parecida a como hoy lo hacemos nosotros. Las pruebas fósiles también indican que el australopiteco era capaz de trepar a los árboles, lo cual tiene pleno sentido. Sin hogueras en torno a las que congregarse ni estructuras cubiertas donde dormir, por la noche solo había un lugar seguro: el dosel arbóreo. De día, sin embargo, el australopiteco estaba en el suelo, caminando sobre dos piernas, buscando comida y, simplemente tratando de sobrevivir.

Pero la bipedación comportó algo más que desplazarse de cierta manera de un lugar a otro: sirvió de puerta de entrada a otros cambios cruciales, que nos han convertido en lo que somos hoy.

Antes de descubrir las huellas de Laetoli, Mary y Louis Leakey pasaron varias décadas en la garganta de Olduvai, recogiendo cientos de herramientas líticas que agruparon en la denominada cultura *olduvayense*. La datación radiométrica de Olduvai reveló que las herramientas tenían una antigüedad aproximada de 1,8 millones de años. En 1964, los Leakey encontraron a la escurridiza especie que las había fabricado. Se trataba de un hominino con una mano similar a la humana, y con un cerebro algo mayor y unos molares más pequeños que los de los australopitecos. Clasificaron los fósiles que habían encontrado como una nueva especie, a la que llamaron *Homo habilis*, literalmente «hombre hábil».[162]

Apenas una década más tarde, Donald Johanson descubrió a Lucy, y unos años después el equipo de Mary Leakey encontró las huellas de Laetoli, lo que desplazaba hacia atrás el origen de la bipedación, que ahora pasaba a tener como mínimo 3,6 millones de años de antigüedad. Parecía, pues, que la marcha bípeda existía desde hacía el doble de tiempo que las herramientas líticas más antiguas.

Por lo tanto —se argumentó entonces—, Darwin estaba equivocado. En *El origen del hombre*, había postulado que la bipedación y la fabricación de herramientas de piedra evolucionaron al unísono, en cuanto la postura erguida había liberado las manos, lo cual había posibilitado la fabricación de herramientas, que, a su vez, habían eliminado la necesidad de tener grandes caninos e impulsado el crecimiento del cerebro. En cambio, basándose en las pruebas aportadas por Lucy y las huellas de Laetoli, había que concluir que la marcha erguida precedió con mucho al desarrollo de las herramientas de piedra.

Resulta, no obstante, que otros descubrimientos más recientes nos han invitado a recuperar las ideas de Darwin de la papelera de la ciencia.

En 2011, Sonia Harmand, profesora adjunta de Antropología en la Universidad Stony Brook de Nueva York, estaba realizando una prospección arqueológica en la orilla oeste del lago Turkana, en Kenia, y se dirigía a una zona llamada Lomekwi, cerca del yacimiento donde en 1999 un equipo dirigido por Meave Leakey —otro miembro de la ilustre familia de paleontólogos— había descubierto un cráneo de hominino de 3,5 millones de años al que había clasificado como una nueva especie, *Kenyanthropus platyops*. Sin embargo, Harmand y su equipo tomaron un desvío equivocado, que los condujo a nuevos afloramientos. Entonces Harmand bajó del vehículo e invitó al equipo a explorar la nueva zona. Tras una hora de prospección, divisaron unas extrañas

herramientas líticas que la erosión había dejado parcialmente al descubierto en los sedimentos.

Cartografiaron los lugares donde habían encontrado herramientas en la superficie, y al año siguiente el equipo de Harmand descubrió otras ciento cincuenta herramientas líticas que habían sido fabricadas por manos de homininos. Las piedras empleadas en su fabricación eran más grandes y mucho más toscas que las descubiertas en la garganta de Olduvai. Parecía que los artífices de las herramientas de Lomekwi se habían limitado simplemente a coger piedras de gran tamaño, romperlas a base de golpearlas entre sí con primitivas técnicas de percusión, y recoger luego los trozos afilados que se habían desprendido. En ocasiones, más tosco significa también más antiguo. Y en efecto, estas herramientas estaban encajadas entre tobas volcánicas depositadas hace 3,3 millones de años.[163]

Tras los trabajos de los Leakey en Olduvai, se habían descubierto en Etiopía herramientas olduvayenses más antiguas, datadas hace 2,6 millones de años. Pero el descubrimiento de Harmand venía a desplazar otros tres cuartos de millón de años más atrás el origen de la tecnología de las herramientas líticas, que ahora pasaba con toda certeza de las manos de *Homo habilis* a las del australopiteco.

Mientras tanto, en la orilla opuesta del río Awash con respecto al lugar donde se había encontrado a Lucy, Zeray Alemseged, de la Universidad de Chicago, trabajaba en una zona llamada Dikika, donde descubrió un extraordinario esqueleto parcial de una niña *Australopithecus* de corta edad, al que los medios de comunicación bautizaron como «el bebé de Lucy».[164] En 2009, Alemseged me invitó a estudiar el pie de aquel raro ejemplar, y publicamos conjuntamente los resultados en 2018. El pie era muy parecido al de un humano, lo que indicaba que la Niña de Dikika, como daría en llamarse, ya caminaba sobre dos piernas. Pero también se conservaban pruebas de que el dedo gordo estaba dotado de mayor movilidad que el nuestro, lo cual le habría permitido encaramarse a los árboles o agarrarse a su madre de forma más eficiente de lo que puede hacerlo un niño humano actual. Eso tenía sentido. Si pasamos por el patio de recreo de cualquier escuela primaria, es probable que veamos a los niños trepando tal como lo hacían hace millones de años.

En aquellos sedimentos de 3,4 millones de años de antigüedad, Alemseged también desenterró algunos huesos fósiles de antílope que presentaban indicios de haber sido cortados deliberadamente con piedras afiladas.[165] Nuestros pequeños antepasados australopitecos no eran capaces de cazar nada de ese tamaño, pero esas marcas de corte indican que sí podían utilizar piedras afiladas, como las que Sonia Harmand encontró en Lomekwi, para llevarse algo de carne

de una presa ya muerta.

El uso de herramientas constituye un potentísimo elemento de cambio. Lo que hace más de tres millones de años empezó para los australopitecos como una forma de excavar en busca de raíces y tubérculos y cortar carne de los restos de las presas que mataban los leones, ha culminado en cosas tales como los iPhones, los antibióticos, los misiles balísticos o la sonda espacial Nuevos Horizontes. En el que constituyó uno de los mayores logros tecnológicos de la historia de nuestra especie, celebramos nuestra marcha erguida sobre otro mundo como «un pequeño paso para [un] hombre, un gran salto para la humanidad».

Todas las culturas humanas utilizan herramientas. Nuestros cuerpos se han adaptado biológicamente a una dieta y a un modo de vida que solo son posibles gracias a la tecnología. Ese cambio se inició con el australopiteco, el primer bípedo habitual y el primer usuario de la tecnología de las herramientas líticas. La bipedación liberó las manos de las exigencias de la locomoción. Así liberadas, las manos podían usarse ahora para golpear piedras y crear fragmentos con un filo cortante. Este filo, a su vez, permitió al hominino conseguir alimentos hasta entonces inaccesibles. Y el aumento energético proporcionado por la nueva dieta mejorada acabaría lanzando a nuestro linaje hasta los confines del sistema solar.

Es cierto que los chimpancés también fabrican herramientas. El famoso informe de Jane Goodall sobre chimpancés que pelan largos tallos de hierba para crear herramientas con las que extraer termitas de sus montículos ha obligado a los científicos a reconsiderar la creencia largamente arraigada de que la fabricación de herramientas era un rasgo exclusivamente humano. Como escribió Louis Leakey en un conocido texto cuando Goodall le presentó sus hallazgos: «Creo que los científicos que se aferran a esta definición tienen tres opciones: o aceptan a los chimpancés como hombres por derecho propio; o redefinen al hombre; o redefinen las herramientas».[166]

Desde entonces se ha observado asimismo el uso de herramientas en monos, cuervos, nutrias, frailecillos, algunas especies de peces e incluso pulpos. Pero ninguna otra especie depende de ellas como nosotros, y esa dependencia se inició poco después de que hubiéramos liberado las manos al caminar sobre dos piernas.

Aún no se sabe con certeza qué grado de correlación temporal existe entre la bipedación terrestre y la invención de las herramientas de piedra. Las huellas de Laetoli tienen aproximadamente un cuarto de millón de años más que las pruebas más antiguas conocidas del uso de herramientas líticas por parte de australopitecos. La tibia de Kanapoi (Kenia), un hueso de 4,2 millones de años de antigüedad atribuido al primer *Australopithecus*, llamado *anamensis*, es muy

parecida a la humana, lo que amplía la distancia temporal entre la marcha bípeda y la fabricación de herramientas líticas al menos en 800.000 años. Pero es posible que en aquella época el australopiteco ya utilizara las manos, liberadas de la locomoción, para fabricar bastones de madera con los que cavar o rudimentarios portabebés con lianas y hojas de palmera. Este material vegetal no podría haberse conservado en el registro arqueológico.

Puede que Darwin no tuviera toda la razón al afirmar que la marcha bípeda y el uso de herramientas de piedra se produjeron al unísono, pero probablemente se acercó más a la verdad de lo que pensábamos.

Una vez liberadas las manos, no obstante, teníamos algo más que transportar aparte de herramientas. Resulta que la evolución de la marcha erguida cambió radicalmente nuestra forma de criar a los hijos.

En 2010, mi mujer dio a luz a gemelos. Durante las primeras semanas, a la vez estimulantes y agotadoras, hubo dos cosas que me sorprendieron (aparte de la revelación de que me había casado con una superheroína): lo necesitados que estábamos de ayuda y lo dispuesta que se mostró la gente a ayudarnos. Eso me llevó a preguntarme qué habría hecho Lucy con un recién nacido en un entorno mucho más hostil que el nuestro.

Mientras sostenía a mis indefensos bebés en brazos, a veces me ponía mentalmente en la piel de Lucy. Me imaginaba viviendo hace más de tres millones de años como una hembra australopiteca. Mi entorno no estaba formado por casas, cafeterías, carreteras y ardillas; en su lugar, había vastas extensiones de praderas abiertas, ríos y depredadores, algunos de ellos de gran tamaño como el homoterio (*Homotherium*), un felino con dientes de sable más grande que un león moderno. Como Lucy, caminaba sobre dos piernas, lo que me convertía en uno de los animales más lentos del entorno. Pasaba gran parte del día a ras de tierra buscando termitas, frutos, raíces y tubérculos. Casi siempre tenía hambre. Podía trepar a los árboles razonablemente bien, pero ni mucho menos como un chimpancé. Tenía unos brazos bastante largos que me llegaban a las rodillas, pero no tan largos y potentes como los de un simio. Lucy tenía una vida difícil. Siempre lo había sido; pero ahora lo era mucho más con un bebé en brazos.

Un bebé chimpancé se encarama a la espalda de su madre cuando esta camina por el bosque apoyándose en los nudillos. Para subir se agarra a su pelaje utilizando sus fuertes manos y la función prensil del dedo gordo del pie. El bebé de Lucy no habría podido hacer eso. Como australopiteca, Lucy se mantenía erguida. Si hubiera cargado un bebé a la espalda, este se habría deslizado hasta caer al suelo. Y los dedos de un bebé australopiteco no eran lo bastante fuertes

para sostenerse cuando su madre trepaba a los árboles.

Las pruebas genéticas de las tres especies distintas de piojos que viven en los humanos (los piojos de la cabeza, del pubis y de la ropa) sugieren que nuestros antepasados homininos podrían haber empezado a perder el pelo corporal en torno a la época de Lucy, por lo que es posible que en cualquier caso un niño no tuviera mucho donde agarrarse. De modo que Lucy habría tenido que llevar en brazos a su indefenso bebé.[167]

Todas las mañanas, Lucy debía de bajar de su árbol para explorar la pradera en busca de comida suficiente para ella y su bebé. Cuando este se mostraba inquieto, ella lo amamantaba para mantenerlo tranquilo: el más leve llanto podría llegar a los oídos de un homoterio cercano. Todos los miembros de su grupo debían de ser vulnerables, lo que los obligaría a otear constantemente el horizonte para detectar la presencia de depredadores. Al atardecer, cuando los depredadores nocturnos salían de su letargo, ella volvía a encaramarse a un árbol para pasar la noche. Pero le habría resultado difícil, o quizá imposible, trepar con un solo brazo mientras sujetaba a su bebé con el otro. ¿Qué podía hacer entonces? Con la evolución de la bipedación, nuestros antepasados se enfrentaron a nuevos retos, que requerían nuevas soluciones.

Enseguida volveremos a Lucy. Por el momento, examinemos cómo son los primeros meses en la vida de un chimpancé. Los chimpancés hembra suelen dar a luz de noche y solos. Poco después de nacer, el bebé ya es capaz de agarrarse al pelaje de su madre; esta lo lleva consigo a todas partes durante los seis meses siguientes más o menos, y rara vez deja que ningún otro miembro de su grupo lo toque.

Los primeros seis meses de la vida de un ser humano son muy diferentes. El parto suele ser un acontecimiento social que cuenta con la asistencia de otras mujeres o comadronas. El recién nacido está completamente indefenso, y la madre se beneficia de la colaboración de otras personas que ayudan a alimentarlo, lo miman, le sonríen, le hablan y contribuyen a mantenerlo a salvo. Como reza un viejo proverbio, se necesita una aldea entera para criar a un niño.

¿Cómo se ha producido ese cambio? ¿Cómo nos hemos convertido los humanos en una especie que necesita reclutar ayudantes para criar a su prole?

Habíamos dejado a Lucy al pie de un árbol, preguntándose cómo podría encaramarse a él con un solo brazo mientras sujetaba a su indefenso bebé con el otro. La solución más obvia es que se lo pasara a otro miembro de su grupo, cosa que quizá también hiciera cuando buscaba comida. Tal vez un hijo mayor se encargara de sostenerlo;[168] o puede que una hermana de Lucy, la tía del bebé; o incluso una hembra no emparentada, es decir, una amiga. Puede que el padre

cogiera al niño mientras la madre buscaba comida y dormía. Todos esos pequeños actos de crianza compartida por parte de otros individuos requieren confianza, cooperación y reciprocidad.[169]

Estas cualidades son fundamentales para la sociedad actual, pero tienen sus raíces en las soluciones a los problemas que afrontaban los australopitecos por el hecho de desplazarse sobre dos piernas en lugar de hacerlo a cuatro patas. Así pues, podemos situar el origen del modo como hoy educamos colectivamente a nuestros hijos en la época de Lucy y los suyos.[170]

Los guías de safaris despiertan a sus clientes antes del amanecer para llevarlos a sus partidas de caza matutinas. A última hora de la tarde vuelven a las reservas, e incluso ofrecen safaris nocturnos en los que utilizan focos para captar el brillo de los ojos de la variada fauna africana. Un safari realizado a mediodía no detectaría ningún animal salvaje. Los únicos animales que merodean a esas horas son los humanos. Y resulta que ese es un dato revelador.

El paso a la bipedación nos hizo lentos y vulnerables a los depredadores, pero los registros fósiles africanos de esa época están repletos de bichos enormes que querían comernos. Se han encontrado fósiles de dos enormes felinos distintos con dientes de sable (*Homotherium* y *Megantereon*) y otro del tamaño de un gran leopardo (*Dinofelis*) en lugares donde también se han descubierto restos de australopitecos. Los paleontólogos también han recogido fósiles de una hiena del tamaño aproximado de un león moderno (*Pachycrocuta*) con potentes mandíbulas y dientes capaces de triturar huesos fácilmente. También son frecuentes los fósiles de grandes cocodrilos. Por las improntas dentales encontradas en algunos fósiles de homininos aislados, sabemos que estos grandes depredadores representaban una constante amenaza para nuestros ancestros, pero que solo ocasionalmente conseguían atrapar a alguno.

Actualmente, frente a amenazas similares, los primates se congregan en grandes grupos. Cuando un leopardo acecha a un grupo de babuinos, lo más probable es que uno de ellos detecte al depredador y dé la alarma. Pero eso solo funciona si hay suficientes babuinos vigilando. Dos o tres individuos concentrados en buscar el desayuno pueden pasar por alto la sigilosa presencia del enorme felino que se desliza hacia ellos y convertirse a su vez en el desayuno de este. Vivir en un grupo grande también minimiza la posibilidad de que un babuino en concreto sea víctima de la exitosa cacería de un depredador: dicha probabilidad es de un 50 por ciento en un grupo de dos individuos, pero se reduce a solo un 2 por ciento en un grupo de cincuenta. Aun así, los babuinos pueden correr y trepar con rapidez. Pero no los australopitecos. Entonces, ¿cómo

pudimos evitar convertirnos en el alimento habitual de aquellos grandes felinos y hienas?

Cuando el sol está en lo más alto y sube la temperatura, los actuales leones, leopardos, guepardos y hienas buscan algo de sombra y se echan a dormir. Incluso las presas —antílopes y cebras— se tumban en la alta hierba para mantenerse frescas. La opción que tenían nuestros antepasados para sobrevivir era evitar encontrarse a ras de tierra cuando los depredadores estaban activos: al atardecer, por la noche y al amanecer.

Los australopitecos debían de mantenerse activos durante el día, justamente como nosotros. Cuando los felinos y las hienas se habían llenado la panza y habían encontrado lugares sombreados para descansar y hacer la digestión, los australopitecos debían de bajar de sus árboles para buscar comida. Seguramente comerían cualquier cosa que encontraran: frutas fermentadas, frutos secos, semillas, tubérculos y raíces, insectos, hojas jóvenes y, de vez en cuando, restos de carne sobrantes de las víctimas de las matanzas nocturnas de *Dinofelis*.[171]

Hoy en día, como colectividad, los humanos del planeta comemos prácticamente de todo. Si tiene ADN, lo hemos probado. El cambio a una dieta omnívora parece haberse iniciado en una fase temprana de nuestra historia evolutiva.[172] Caminar sobre el suelo nos hacía vulnerables. No podíamos permitirnos ser quisquillosos con la comida.

Los australopitecos se desplazaban en grandes grupos, con la vista constantemente atenta a cualquier movimiento sutil en la alta hierba. Si se encontraban con un depredador, huir a treinta kilómetros por hora habría sido fatal. Un homoterio habría tenido tiempo de sobra para soltar una risita y relamerse antes de echar a correr y zamparse a uno de ellos. Actualmente, los babuinos y los chimpancés, cuando no tienen otra opción, hostigan a los posibles depredadores en grupo, irguiéndose, chillando, y a veces lanzando piedras o palos para ahuyentarlos. Parece casi seguro que los australopitecos hacían lo mismo, cooperando mutuamente contra un enemigo común.[173]

Desplazarse por el África ecuatorial bajo el sol de mediodía plantea otros desafíos. Para empezar, hace mucho calor. Si nuestros antepasados hubieran permanecido en los bosques, eso no habría supuesto un problema tan grave. Pero los isótopos de carbono de los dientes de los australopitecos muestran que un buen porcentaje de sus alimentos procedían de las praderas. Entonces, ¿cómo hacían para mantenerse frescos?

Recordemos que fue más o menos en la época de los australopitecos cuando nuestro vello corporal se hizo más fino y escaso. Puede que también se incrementaran las concentraciones de glándulas sudoríparas en cuanto que, al

quedar expuesta al aire, la propia piel de nuestros antepasados podía ayudar a enfriar el cuerpo, aunque la evolución de las glándulas sudoríparas constituye un tema del que todavía no sabemos mucho. Sea como fuere, tras pasar el día buscando comida juntos, nuestros antepasados australopitecos volvían a encaramarse a los árboles para acicalarse, acurrucarse y dormir.

En 1871, Darwin postuló que el aumento de tamaño del cerebro de nuestros ancestros era consecuencia de una serie de cambios producidos en los primeros miembros de nuestro linaje: la bipedación, el uso de herramientas y la reducción de los caninos. Pero la cronología no parece encajar con esta hipótesis. El cerebro de los primeros bípedos no era mayor que el de un chimpancé moderno. Otros investigadores han postulado que caminar sobre dos extremidades requería un gran cerebro para equilibrar y coordinar la que resultaba ser una sofisticada maquinaria musculoesquelética. Pero vaya a decírselo a una gallina, cuyo cerebro tiene el tamaño de una almendra.

Es evidente que la bipedación y el volumen del cerebro no van unidos, y, aun así, en nuestro caso lo fueron de algún modo. ¿Cómo ocurrió tal cosa?

El tamaño del cerebro de los primeros homininos, *Sahelanthropus* y *Ardipithecus*, era aproximadamente, como media, el mismo que el de un chimpancé: 375 centímetros cúbicos (cc); es decir, algo más del volumen de una de nuestras latas de refresco. Recientemente, el paleoantropólogo Yohannes Haile-Selassie descubrió un magnífico cráneo de *Australopithecus anamensis* de 3,8 millones de años de antigüedad.[174] También él tenía un cerebro de tamaño similar. Sin embargo, en la época de Lucy, medio millón de años después, los cerebros habían aumentado a una media de 450 cc. Eso es solo una tercera parte del tamaño medio de un humano adulto moderno, pero, aun así, el salto de 375 cc a 450 cc supuso un aumento de volumen de un 20 por ciento, y no es que los cerebros salgan precisamente baratos.[175]

El cerebro tan solo representa un 2 por ciento de nuestro peso corporal, pero consume el 20 por ciento de la energía que absorbemos. Eso significa que una de cada cinco veces que respiramos y uno de cada cinco bocados que ingerimos van destinados a las hambrientas células de nuestro cerebro. Entonces, ¿cómo pudo permitirse el australopiteco semejante aumento de volumen cerebral?[176]

Diversos estudios realizados con cintas de correr demuestran que el gasto energético de los chimpancés al desplazarse es el doble de los humanos. Los simios también gastan mucha energía cuando trepan, cosa que hacen con frecuencia. Dado que necesitan tal cantidad de energía solo para ir de un lado a otro, no tienen excedentes que pudieran dedicar a un cerebro hipertrofiado.

Pero puede que eso cambiara con los australopitecos.

Quizá, dado que nuestros antepasados se desplazaban sobre dos piernas y se encaramaban con menos frecuencia a los árboles, sí tenían excedentes de energía. Tal vez aquellos individuos que tenían un cerebro algo mayor utilizaban dichos excedentes para desenvolverse con más eficacia en las complejas situaciones sociales de su grupo. Puede que resolvieran los problemas relativos a la obtención de alimento con la tecnología lítica recién inventada, lo que, a su vez, podría haber aumentado su capacidad de encontrar comida, incrementando aún más la energía disponible para el crecimiento del cerebro.

Una variante de esta hipótesis estaría relacionada no con la probabilidad de que hubiera excedentes de energía, sino con la posibilidad de que la mayor eficiencia de la marcha bípeda permitiera a nuestros antepasados tener un radio de búsqueda más amplio a la hora de conseguir alimento. En un entorno de praderas, la comida podría encontrarse más espaciada, y quizá solo podía acceder a ella un hominino que se desplazara con más eficiencia que un simio normal.[177]

Todas estas son explicaciones evolutivas de *por qué* los cerebros aumentaron de tamaño. Pero también podemos plantearnos una pregunta más básica: *¿cómo* consiguieron los australopitecos tener cerebros más grandes que sus predecesores?

Los humanos tenemos un cerebro mayor que el de los chimpancés por dos razones. En primer lugar, nuestro ritmo de crecimiento cerebral es más rápido; al madurar, simplemente añadimos cada año más cantidad de tejido cerebral que ellos. En segundo término, nuestros cerebros también crecen durante más tiempo, alcanzando su pleno volumen a los siete u ocho años de edad, frente a los tres o cuatro de los chimpancés.

¿Qué les pasó a los australopitecos para que esto ocurriera? El cráneo de una niña pequeña nos da la respuesta.

Descubierta en el año 2000 por Zeray Alemseged, la Niña de Dikika cuenta con un cráneo bien conservado y una impronta del cerebro en arenisca. Utilizando escáneres de alta resolución realizados en un enorme acelerador de partículas (en la población francesa de Grenoble) que produce rayos X con potencia suficiente para penetrar en el cráneo fosilizado, se pudieron observar extraordinarios detalles tanto del cerebro como de los dientes no erupcionados de la niña.

Tanya Smith, bióloga de la Universidad de Griffith (Australia) especializada en la evolución humana, utilizó estos escáneres de alta resolución para medir el crecimiento gradual de los dientes de la Niña de Dikika como si fueran los anillos de un árbol. Su sagaz análisis reveló que la niña había muerto cuando tenía dos años y cinco meses. A esa edad, su cerebro tenía un volumen de 275 cc, que

representa alrededor del 70 por ciento del volumen cerebral de los adultos de *Australopithecus afarensis*.[178] En cambio, los chimpancés de la misma edad han completado ya cerca del 90 por ciento del crecimiento de su cerebro. El cerebro humano crece lentamente, y el fósil de la Niña de Dikika indica que en la especie de Lucy sucedía lo mismo. Como ocurre en los humanos, los cerebros en crecimiento de los jóvenes australopitecos formaban sus circuitos neuronales conforme aprendían qué comer, qué amenazas evitar, las relaciones entre los miembros del grupo y otras habilidades cruciales para su supervivencia.

En los animales sometidos a una intensa presión depredadora, la selección natural favorece un desarrollo *rápido*. La idea es crecer y reproducirse cuanto antes mientras uno está vivo. Solo los animales que rara vez son víctimas de depredación —elefantes, ballenas y humanos modernos— pueden permitirse un crecimiento más ralentizado y una infancia más prolongada. El lento crecimiento del cerebro de los australopitecos indica que nuestros antepasados homininos desarrollaron una protección, probablemente de naturaleza social, frente a la depredación: cuidábamos unos de otros.

No cabe duda de que vez en cuando perdíamos a uno de los nuestros a manos de una *Pachycrocuta*, pero en general nuestros antepasados debieron de estar lo suficientemente protegidos para que la selección natural favoreciera un crecimiento cerebral más lento y el consiguiente énfasis en el aprendizaje de los jóvenes australopitecos.

Sin embargo, esto no generó un bucle de realimentación; al menos no todavía. El cerebro de los australopitecos se estabilizó en 450 cc, y permaneció así durante más de un millón de años. La bipedación no evolucionó en sincronía con la tecnología de las herramientas líticas o el aumento del tamaño del cerebro, como postulaba Darwin. Pero sí abrió la puerta a esas nuevas posibilidades.

Hay, no obstante, nuevos descubrimientos que han venido a complicar esta historia. Ahora, cuando alguien me pregunta sobre la bipedación en el australopiteco, yo le pregunto a mi vez: «¿Qué australopiteco?».

---

[151] John Keats, «Lines Written In The Highlands After A Visit To Burns's Country», en *The Complete Poetical Works of John Keats*, ed. de Harry Buxton Forman y Horace Elisha Scudder, Boston: Houghton Mifflin, 1899, p. 246.

[152] Los masáis llaman a la zona Olaetole.

[153] Las personas que caminan descalzas desarrollan gruesos callos en la planta de los pies que ayudan a protegerlos sin sacrificar su sensibilidad. Pero la espina estaba clavada en medio del arco plantar de la niña, una zona en la que no se desarrolla ese callo

protector. Para saber más sobre la formación de este tipo de callos, véase Nicholas B. Holowka *et al.*, «Foot Callus Thickness Does Not Trade Off Protection for Tactile Sensitivity During Walking», *Nature,* 571 (2019), pp. 261-264.

[154] Peg van Andel, profesora de ciencias de enseñanza media en Boxborough, Massachusetts, empezó a preparar un libro infantil sobre las huellas de Laetoli y entrevistó a Andrew Hill antes de su muerte. En las notas de la entrevista, Hill mencionaba estas improntas de gotas de lluvia y su conexión con los *Principios de geología* de Lyell.

[155] Véase Mary D. Leakey y Richard L. Hay, «Pliocene Footprints in the Laetolil Beds at Laetoli, Northern Tanzania», *Nature,* 278 (1979), pp. 317-323. Mary Leakey, «Footprints in the Ashes of Time», *National Geographic*, vol. 155, n.º 4 (1979), pp. 446-457. Michael H. Day y E. H. Wickens, «Laetoli Pliocene Hominid Footprints and Bipedalism», *Nature,* 286 (1980), pp. 385-387. Mary D. Leakey y Jack M. Harris (eds.), *Laetoli: A Pliocene Site in Northern Tanzania*, Oxford: Oxford University Press, 1987. Tim D. White y Gen Suwa, «Hominid Footprints at Laetoli: Facts and Interpretations», *American Journal of Physical Anthropology*, 72 (1987), pp. 485-514. Neville Agnew y Martha Demas, «Preserving the Laetoli Footprints», *Scientific American* (1998), pp. 44-55. La idea comúnmente aceptada de que el cercano volcán Sadiman es el origen de la ceniza de Laetoli se ha puesto recientemente en cuestión, por lo que en este momento ignoramos cuál es exactamente su origen. Véase Anatoly N. Zaitsev *et al.*, «Stratigraphy, Mineralogy, and Geochemistry of the Upper Laetolil Tuffs Including a New Tuff 7 Site with Footprints of *Australopithecus afarensis*, Laetoli, Tanzania», *Journal of African Earth Science,* 158 (2019), 103561.

[156] Los detalles proceden de Mary Leakey, *Disclosing the Past: An Autobiography*, Nueva York: Doubleday, 1984. Véase Virginia Morell, *Ancestral Passions: The Leakey Family and the Quest for Humankind's Beginning*, Nueva York: Simon & Schuster, 1995.

[157] Otros destacados investigadores que participaron en el descubrimiento y la excavación de los rastros del Yacimiento G fueron Tim White, Ron Clarke, Michael Day y Louise Robbins.

[158] Véase Matthew R. Bennett, Sally C. Reynolds, Sarita Amy Morse y Marcin Budka, «Laetoli's Lost Tracks: 3D Generated Mean Shape and Missing Footprints», *Scientific Reports*, 6 (2016), 21916. Charles Musiba ha postulado que los autores del rastro del Yacimiento G de Laetoli podrían ser de hecho cuatro individuos.

[159] Véase Kevin G. Hatala, Brigitte Demes y Brian G. Richmond, «Laetoli Footprints Reveal Bipedal Gait Biomechanics Different from Those of Modern Humans and Chimpanzees», *Proceedings of the Royal Society B: Biological Science,* vol. 283, n.º 1.836 (2016), 20160235.

[160] En 2021 nuestro equipo completó un exhaustivo análisis de las huellas fósiles y llegó a la conclusión de que las había dejado una segunda especie de hominino que caminó por Laetoli. Volveremos a ello en el capítulo 7.

[161] También podríamos haber confeccionado una «lista de reproducción de la bipedación» a base de reunir temas que hicieran alguna referencia al caminar incluyendo en su título la palabra inglesa *walk* y sus derivadas, como, por ejemplo, «Walk of Life» (Dire Straits), «Love Walks In» (Van Halen), «Walking on a Thin Line» (Huey Lewis), «Walking on Sunshine» (Katrina and the Waves) o «Walk This Way» (esta última en la versión de Run-DMC, por supuesto).

[162] Louis S. B. Leakey, Phillip V. Tobias y John R. Napier, «A New Species of the Genus *Homo* from Olduvai Gorge», *Nature,* vol. 202, n.º 4.927 (1964), pp. 7-9.

[163] Sonia Harmand *et al.*, «3.3-Million-YearOld Stone Tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya», *Nature,* 521 (2015), pp. 310-315.

[164] Zeresenay Alemseged *et al.*, «A Juvenile Early Hominin Skeleton from Dikika, Ethiopia», *Nature*, 443 (2006), pp. 296-301. Jeremy M. DeSilva, Corey M. Gill, Thomas C. Prang, Miriam A. Bredella y Zeresenay Alemseged, «A Nearly Complete Foot from Dikika, Ethiopia, and Its Implications for the Ontogeny and Function of *Australopithecus afarensis*», *Science Advances*, vol. 4, n.º 7 (2018), eaar7723.

[165] Shannon P. McPherron *et al.*, «Evidence for Stone-Tool-Assisted Consumption of Animal Tissues Before 3.39 Million Years Ago at Dikika, Ethiopia», *Nature,* 466 (2010), pp. 857-860.

[166] Jane Goodall, *My Friends the Wild Chimpanzee*, Washington D. C.: National Geographic Society, 1967, p. 32 [trad. cast.: *Mis amigos los chimpancés*, Barcelona: Noguer, 1973].

[167] David L. Reed, Jessica E. Light, Julie M. Allen y Jeremy J. Kirchman, «Pair of Lice Lost or Parasites Regained: The Evolutionary History of Anthropoid Lice», *BMC Biology*, vol. 5, n.º 7 (2007).

[168] Véase Rebecca Sear y David Coall, «How Much Does Family Matter? Cooperative Breeding and the Demographic Transition», *Population and Development Review*, vol. 37, n.º s1 (2011), pp. 81-112.

[169] Esta idea se conoce como la hipótesis de la crianza cooperativa, y fue desarrollada por Sarah Hrdy en su extraordinario libro *Mothers and Others: The Evolutionary Origins of Mutual Understanding*, Cambridge (Massachusetts): Belknap Press, 2009.

[170] Jeremy M. DeSilva, «A Shift Toward Birthing Relatively Large Infants Early in Human Evolution», *Proceedings of the National Academy of Science,* vol. 108, n.º 3 (2011), pp. 1.022-1.027. Una predicción de la hipótesis de que los australopitecos criaban colectivamente a su prole es la relativa a la edad de destete. En los grandes simios, las madres amamantan a sus crías durante más de cuatro años; los orangutanes no las destetan hasta que tienen más de siete. En cambio, los humanos de las comunidades de cazadores-recolectores amamantan entre uno y cuatro años a sus hijos. Podemos permitirnos destetarlos antes, en parte, porque hay otros miembros del grupo capaces de compartir la comida y dispuestos a hacerlo. Diversos análisis recientes de isótopos en

dientes de niños australopitecos revelan que también ellos destetaban pronto, lo que constituye una prueba independiente de la crianza cooperativa de la prole en nuestros primeros ancestros. Théo Tacail *et al.*, «Calcium Isotopic Patterns in Enamel Reflect Different Nursing Behaviors Among South African Early Hominins», *Science Advances,* 5 (2019), eaax3250. Renaud Joannes-Boyau *et al.*, «Elemental Signatures of *Australopithecus africanus* Teeth Reveal Seasonal Dietary Stress», *Nature,* 572 (2019), pp. 112-116.

[171] Algunos de estos indicios proceden de los isótopos de carbono, que muestran una amplia gama de valores en *Australopithecus afarensis*. Jonathan G. Wynn, «Diet of *Australopithecus afarensis* from the Pliocene Hadar Formation, Ethiopia», *Proceedings of the National Academy of Science,* vol. 110, n.º 26 (2013), pp. 10.495-10.500.

[172] Véase Daniel Lieberman, *The Story of the Human Body: Evolution, Health, and Disease*, Nueva York: Vintage, 2013 [trad. cast.: *La historia del cuerpo humano. Evolución, salud y enfermedad*, Barcelona: Pasado y Presente, 2017].

[173] Jane Goodall, *The Chimpanzees of Gombe: Patterns of Behavior*, Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press, 1986, pp. 555-557. Jane Goodall, «Tool-Using and Aimed Throwing in a Community of Free-Living Chimpanzees», *Nature,* 201 (1964), pp. 1.264-1.266. William J. Hamilton, Ruth E. Buskirk y William H. Buskirk, «Defensive Stoning by Baboons», *Nature,* 256 (1975), pp. 488-489. Martin Pickford, «Matters Arising: Defensive Stoning by Baboons (Reply)», *Nature* (1975), pp. 549-550.

[174] Yohannes Haile-Selassie, Stephanie M. Melillo, Antonino Vazzana, Stefano Benazzi y Timothy M. Ryan, «A 3.8-Million-Year-Old Hominin Cranium from Woranso-Mille, Ethiopia», *Nature,* 573 (2019), pp. 214-219.

[175] William H. Kimbel, Yoel Rak y Donald C. Johanson, *The Skull of Australopithecus afarensis,* Oxford: Oxford University Press, 2004.

[176] Se necesita aún más cuando el cerebro de un niño está creciendo: más del 40 por ciento de la energía corporal. Christopher W. Kuzawa *et al.*, «Metabolic Costs and Evolutionary Implications of Human Brain Development», *Proceedings of the National Academy of Science,* vol. 111, n.º 36 (2014), pp. 13.010-13.015.

[177] Véase Herman Pontzer, «Economy and Endurance in Human Evolution», *Current Biology,* 27 (2017), pp. R613-R621.

[178] Philipp Gunz *et al.*, «*Australopithecus afarensis* Endocasts Suggest Apelike Brain Organization and Prolonged Brain Growth», *Science Advances,* 6 (2020), eaaz4729. De hecho, Smith fue capaz de calcular la edad de la Niña de Dikika con una precisión de *días*: tenía exactamente 861 días cuando murió. Como muchos otros estudios mencionados en este libro, este supuso un gran esfuerzo de equipo. Los escáneres que examinó Tanya Smith se hicieron en colaboración con Paul Tafforeau y Adeline LeCabec. Philipp Gunz reconstruyó el cerebro de la niña, y, por supuesto, Zeray Alemseged fue quien de entrada encontró el fósil.

07

Hay muchas formas de andar una legua

«Hay más de una forma de despellejar al gato bípedo».[179]

Bruce Latimer, paleoantropólogo, Universidad Case de la Reserva Occidental, 2011[180]

En el verano de 2009 estuve trabajando en el depósito de fósiles del Departamento de Anatomía de la Universidad del Witwatersrand, en la ciudad sudafricana de Johannesburgo. Mi vuelo de regreso a Estados Unidos salía en unas horas, y aún tenía que escanear con un láser 3D varios huesos de pie de australopiteco.

De repente, el paleoantropólogo sudafricano Lee Berger irrumpió en la sala con una expresión enloquecida en los ojos.

Nunca le había visto antes, pero sabía de él y de su trabajo. Al fin y al cabo, era una figura destacada en mi campo. Estaba claro que no había venido a buscarme a mí ni al otro joven investigador presente en la sala, Zach Cofran, actualmente profesor en el Vassar College de Nueva York. Berger recorrió la sala con la vista, sin fijarse en Cofran, en mí, ni en las decenas de fósiles de homininos que había sobre la mesa. Entonces nuestras miradas se cruzaron.

—¿Quieren ver algo chulo? —preguntó.

A Cofran se le iluminaron los ojos al oír la invitación, pero yo me quedé helado. Ya estaba bastante nervioso viendo que no me iba a dar tiempo de terminar mi trabajo, de manera que aún menos podía perderlo en «algo chulo». Por otra parte, justo acababa de iniciar un nuevo escaneado, colocando un fósil en una plataforma giratoria mientras mi escáner, del tamaño de una caja de

cereales, convertía poco a poco un hueso de pie de dos millones de años en una réplica digital en la pantalla de mi ordenador. Y una vez iniciado el proceso de escaneado, sin duda *podía* alejarme durante unos minutos.

—¿Quieren? —insistió Berger, esta vez con una sonrisa pícara.

Se le veía tan entusiasmado por la idea de compartir lo que fuera que hasta dos jóvenes investigadores a los que no conocía de nada querrían.

—¡Claro! —respondimos Cofran y yo.

Berger, que había crecido en Georgia pero vivía en Sudáfrica desde hacía treinta años, nos condujo por un pasillo hasta un laboratorio donde había una gran mesa cubierta con un paño de terciopelo negro. Lo que había bajo ese paño negro cambiaría todo lo que yo creía saber sobre la evolución de la marcha erguida.

En nuestra disciplina, hay investigadores de campo que encuentran fósiles y científicos de laboratorio que los analizan. La mayoría de nosotros acabamos haciendo ambas cosas, pero rara vez de forma equilibrada, por lo que al final adquirimos reputación por nuestro trabajo o bien con la paleta o bien con el ordenador. Berger es un investigador de campo, un explorador, lo más parecido a Indiana Jones que tenemos en el ámbito de la paleoantropología.[181] Pero a principios de la década de 2000, cuando la mayor parte de la financiación se desplazaba del trabajo de campo a los nuevos métodos digitales de análisis de antiguos fósiles, la disciplina se hallaba en plena transición.

Algunos incluso se preguntaban si ya se habían encontrado todos los fósiles humanos importantes. Berger no lo creía. Llevaba casi dos décadas excavando en una cueva llamada Gladysvale, uno de los lugares más ricos en fósiles de la Cuna de la Humanidad, en Sudáfrica. De las paredes de la cueva brotan huesos de antiguas cebras, antílopes, facóqueros, elefantes, gacelas, jirafas y babuinos. Berger y su pequeño equipo habían recogido allí miles de ellos, pero el único indicio de la presencia de homininos eran dos dientes de australopitecos.

La rica concentración de fósiles de Gladysvale resultaba tan seductora como el canto de una sirena, pero para un paleoantropólogo como Berger podía ser el fin de su carrera si solo seguían apareciendo huesos de cebras y antílopes. Él creía que con el tiempo encontraría a su Lucy. Aunque eso resultaría ser cierto, y con creces, no ocurriría en Gladysvale.

Siempre fiel a su espíritu de explorador, Berger dedicó los primeros años del siglo XXI a ampliar su búsqueda más allá de Gladysvale, e inspeccionó los alrededores de Johannesburgo en busca de cuevas utilizando para ello costosas imágenes de alta resolución tomadas por el Ejército estadounidense. En 2008, sin

embargo, su tarea se hizo mucho más fácil: Lee Berger se descargó Google Earth. [182]

Pasó semanas mirando atentamente la pantalla de su ordenador, estudiando imágenes por satélite del mismo árido paisaje que había explorado durante veinte años e identificando patrones visuales que no podía observar desde el suelo. Vio grupos de olivos silvestres y *Celtis africana*, y se preguntó dónde encontraban estas especies el agua que necesitaban para vivir. Él y el geólogo Paul Dirks resolvieron el misterio.

Muchas cuevas tienen pozos verticales donde se acumula el agua de lluvia. Allí van a parar semillas de olivo y de *Celtis* transportadas por el viento, que luego germinan y arraigan. Al crecer, las plantas alcanzan la superficie en busca del sol, revelando así la ubicación de las cuevas. Berger registró las coordenadas GPS de los grupos de árboles, y, tras pasar varios meses recorriendo la Cuna en automóvil, confirmó sus sospechas: había cuevas por todas partes, más de seiscientas, que nadie había documentado hasta entonces. Pero ¿contenían fósiles?

En agosto de 2008, Berger exploró una de las cuevas acompañado de su hijo Matthew, de nueve años, su perro Tau (un crestado rodesiano) y el investigador posdoctoral Job Kibii, actualmente conservador de paleontología en los Museos Nacionales de Kenia. La cueva se conoce hoy como Malapa, que significa «hogar» en sesoto, la lengua local.

—Ve a buscar fósiles, Matthew —animó Berger a su hijo.

Unos minutos después, Matthew seguía a su perro cuando tropezó con un gran trozo de roca, lo recogió y anunció:

—Papá, he encontrado un fósil.

Los fósiles no son raros en esta región, pero, como los miles de ellos que Berger había recogido en Gladysvale, casi siempre son de antílopes, cebras o facóqueros. Sin embargo, cuando Berger se acercó, el hueso que vio asomar de aquella roca no era de un antílope ni de una cebra: era la clavícula de un hominino primitivo. Dio la vuelta al trozo de roca, y vio parte de una mandíbula inferior con un pequeño diente canino romo que era claramente hominino. Menos de diez minutos después de haber llegado a Malapa, el hijo de Berger, de nueve años, había descubierto tantos fósiles de hominino como Lee en dos décadas en Gladysvale.

Estos huesos por sí solos habrían supuesto una importante aportación a nuestra disciplina, pero Malapa tenía mucho más que ofrecer. Durante los meses siguientes, el equipo de Berger siguió encontrando fósiles de homininos. Los huesos, atrapados en unos bloques de grava rojiza fosilizada de aspecto similar al

cemento conocidos como *brechas*, se transportaron al laboratorio de la Universidad del Witwatersrand. Allí, unos técnicos cualificados pasaron meses empleando unas herramientas parecidas a martillos neumáticos en miniatura para liberar grano a grano los fósiles de la roca circundante. Cuando terminaron, tenían dos esqueletos parciales.

¡Dos antiguos homininos! Eso era lo que Lee Berger nos reveló, como un mago, bajo el paño de terciopelo negro.

Uno de los esqueletos pertenecía a un varón joven. Sus huesos exhibían cartílagos de crecimiento abiertos, que indicaban que en el momento de su muerte tenía unos ocho años y aún estaba creciendo. El cráneo estaba perfectamente conservado. Aún no le habían salido las muelas del juicio, que permanecían ocultas en sus criptas. Catalogado como Hominino de Malapa 1 (MH1, por sus siglas en inglés), los escolares locales le dieron el apodo de Karabo, que significa «la respuesta».

El otro esqueleto, el Hominino de Malapa 2 (MH2), pertenecía a una hembra osteológica cuyas desgastadas muelas del juicio indicaban que era adulta. Ambos esqueletos presentaban varias fracturas dentadas en los brazos, los hombros, las mandíbulas y el cráneo, que se produjeron cuando el hueso aún estaba vivo. Estos indicios nos permiten determinar la probable causa de la muerte: habían caído más de quince metros en el pozo de la cueva, habían muerto debido al impacto, y sus cuerpos se habían descompuesto al abrigo de las mandíbulas trituradoras de huesos de los carroñeros.[183]

Los esqueletos estaban encajados entre estratos de caliza rica en uranio, que pueden datarse porque el uranio es radiactivo y se desintegra en plomo y torio a un ritmo conocido. La geóloga Robyn Pickering, de la Universidad de Ciudad del Cabo, determinó la edad de MH1 y MH2 con una inusitada precisión: descubrió que estos homininos murieron hace 1,977 millones de años, con un margen de error de solo tres mil.[184]

Seis meses después de que yo pudiera echar un vistazo a los fósiles, Berger y media docena de coautores anunciaron al mundo que pertenecían a una nueva especie de *Australopithecus*. La bautizaron como *sediba*, y postularon que incluso podría ser el largamente buscado antepasado directo australopitecino de nuestro propio género, *Homo*.[185]

Al cabo de unos días, Berger y el experto en pies Bernhard Zipfel me invitaron a trabajar con ellos para estudiar los huesos del pie y la pierna del nuevo hominino. Si hubiera declinado la invitación de Berger a «ver algo chulo», probablemente la oferta habría ido destinada a otra persona.

Justo dos años antes, yo había terminado mi tesis doctoral sobre el pie y el

tobillo de los simios y homininos fósiles. Conocía bien, pues, la estructura de los pies y las piernas de los australopitecos, y me alegré mucho de que me invitaran a estudiar aquella nueva especie. Todo recién doctorado en Paleoantropología sueña con una oferta así, y lo que había visto bajo aquel paño de terciopelo negro había conseguido intrigarme.

El paquete de Sudáfrica llegó a mi despacho en la Universidad de Boston justo cuando salía a toda prisa por la puerta para intentar evitar el tráfico. Me lo puse bajo el brazo, me subí a mi pequeño Toyota Matrix rojo, bajé a toda velocidad por Commonwealth Avenue y me topé con un atasco de tráfico en cuanto giré hacia Massachusetts Turnpike, el ramal oriental de la Interestatal 90. Con miles de coches avanzando a duras penas en dirección oeste a ocho kilómetros por hora, aproveché para apartar las manos del volante y abrir la caja de la Universidad del Witwatersrand.

Berger y Zipfel me habían enviado unos moldes de plástico —réplicas exactas— de los huesos del pie de su *Australopithecus sediba*. Con mi mujer embarazada de seis meses, no podría volver a Johannesburgo para estudiar los fósiles originales hasta el año siguiente, pero los moldes me permitirían hacerme una buena idea de lo que podíamos averiguar sobre el pie de aquel hominino de dos millones de años de antigüedad.[186]

Busqué en la caja, saqué varios paquetitos de plástico de burbujas y abrí uno de ellos. Dentro había un pequeño astrágalo, el hueso superior del pie que forma la articulación del tobillo con la tibia. Lo estudié con un ojo, sin apartar el otro de las luces de freno del coche que tenía delante. A primera vista parecía humano, similar al astrágalo de Lucy en algunos aspectos y distinto en otros, pero eso tampoco me permitía sacar muchas conclusiones. El astrágalo es un hueso que presenta una extraordinaria variación: los astrágalos de todos los bostonianos atrapados conmigo en el atasco eran tan diferentes entre sí como el de Lucy lo era de *sediba*.

A la altura de la salida de Weston me encontré con que solo había dos peajes abiertos en el punto donde Massachusetts Turnpike se une a la Interestatal 95, una de las autopistas más congestionadas de la costa este. Sabía que iba a quedarme mucho rato allí atrapado, de modo que abrí otro paquete y cogí su contenido, un pequeño extremo de tibia, dándole vueltas una y otra vez. Se parecía tanto a la de un humano como a la de Lucy, salvo por un trozo de hueso llamado maléolo medial, la protuberancia redondeada de la parte interior del tobillo. Dicha protuberancia era enorme, mucho mayor que la de un humano o la de Lucy. Solo los simios tienen un maléolo medial tan grande.

Algo no iba bien. Quizá había habido un error al hacer el molde, o puede que se tratara de una patología, el resultado de una enfermedad o de una lesión. El coche que iba detrás de mí me tocó el claxon, y me acerqué un poco más al peaje.

Abrí otro paquete y contemplé asombrado un calcáneo completo, el hueso del talón que primero golpea el suelo cuando caminamos. En los humanos es el mayor hueso del pie, aproximadamente del tamaño de una patata pequeña. En la especie de Lucy, *Australopithecus afarensis*, los talones también eran grandes y macizos, bien adaptados a las fuerzas que se absorben al caminar sobre dos piernas. Incluso las huellas de Laetoli revelan que quien las dejó tenía un talón grande. Pero el curioso taloncito que tenía entre las manos se asemejaba al de un chimpancé. No parecía que pudiera proceder de nada que caminara sobre dos piernas.

¿Me habían enviado Berger y Zipfel un calcáneo de chimpancé? ¿Era una broma? ¿Una especie de prueba para ver si estaba a la altura del trabajo? Volví a mirar el hueso y le di la vuelta, observando que un poco más abajo aquel presunto talón de chimpancé se fundía con otros rasgos anatómicos de aspecto humano.

Nunca había visto un talón así; me sentía perplejo y cautivado a la vez. El tipo que iba detrás de mí volvió a tocar el claxon con insistencia. Una vez pasado el peaje, el tráfico se aceleró, de modo que no pude volver a mirar los huesos hasta llegar a casa. Necesité el resto del día, y luego tres años más, incluidos varios viajes a Sudáfrica, para averiguar qué estaba pasando.

Los fósiles de australopitecos más antiguos, descubiertos en sedimentos lacustres de Kenia y en suelos forestales de Etiopía, tienen 4,2 millones de años. Los más jóvenes, hallados en cuevas de Sudáfrica, tienen aproximadamente un millón de años. En ese intervalo de tres millones de años los australopitecos se diversificaron en muchos tipos distintos. De hecho, los científicos han dado nombre ya a más de una docena de ellos.

El *Australopithecus* original, al que Raymond Dart bautizó así por su Niño de Taung, es el de la especie *africanus*. La especie de Lucy es *afarensis*, mientras que la más antigua conocida es *anamensis*. Hay algunas especies controvertidas que conocemos solo a partir de unos pocos fósiles, como *platyops*, *garhi* y *bahrelghazali*. Hay australopitecos de grandes dientes a los que nos referimos genéricamente como robustos, y a los que a veces se da su propio nombre de género, *Paranthropus*, dividido a su vez en tres especies distintas: *aethiopicus*, *robustus* y *boisei*.

Berger acababa de anunciar el descubrimiento de una nueva especie de

australopiteco: *Australopithecus sediba*.

Aunque había diferencias entre las numerosas especies de australopitecos, tenían una característica en común: todos ellos caminaban sobre dos piernas. Pero resultó que el asunto era mucho más complicado.

A principios de la década de 1970, J. T. Robinson, que se había formado con Robert Broom (el tipo que utilizaba dinamita para excavar en busca de fósiles), postuló que los dos tipos diferentes de australopitecos encontrados en cuevas sudafricanas —el de dientes grandes llamado *robustus* y el de dientes más pequeños llamado *africanus*— caminaban de forma distinta. Observando las diferencias que presentaban en la pelvis y en las articulaciones de la cadera, planteó la hipótesis de que *robustus* caminaba arrastrando los pies, mientras que *africanus* lo hacía con pasos más similares a los humanos.[187] Pero la pelvis es un hueso tan fino que se daña y deforma fácilmente durante el proceso de fosilización, de modo que resultaba difícil saber si las diferencias esqueléticas que había detectado Robinson existían realmente cuando estos homininos estaban vivos.

Treinta años después, el paleoantropólogo Will Harcourt-Smith, que trabajaba en el Museo Americano de Historia Natural, estudió los huesos del pie de la especie *africanus* y de la de Lucy (*Australopithecus afarensis*) y propuso una hipótesis similar.[188] Utilizando un método denominado morfometría geométrica, que puede captar y cuantificar la compleja forma tridimensional de los huesos del pie, argumentó que Lucy y los de su especie tenían las articulaciones del tobillo parecidas a las humanas, pero, en cambio, otras partes de sus pies se asemejaban más a las de los simios. Y que en el *Australopithecus africanus* de Sudáfrica ocurría justo lo contrario: tenía tobillos parecidos a los de los simios y pies parecidos a los de los humanos.

Yo era escéptico. Al fin y al cabo, solo teníamos un pequeño puñado de huesos de cada especie. ¿Eran las diferencias detectadas por Harcourt-Smith más significativas que las variaciones normales que presentan los huesos de los pies en los humanos modernos? A mi modo de ver, los australopitecos habían desarrollado la capacidad de andar de forma similar a la humana, y cualquier variación entre especies o entre yacimientos fósiles africanos era solo ruido biológicamente insignificante.

Me equivocaba, pero tendría que venir *sediba* para hacerme cambiar de opinión.

A pesar de ser un millón de años *más joven* que Lucy y los suyos, los huesos de los pies de *Australopithecus sediba*, en su mayor parte, se parecían *menos* a los humanos. La rodilla, la pelvis y la parte inferior de la espalda dejaban claro que

sediba se desplazaba de forma bípeda, pero no como nosotros y, desde luego, tampoco como otras especies de australopitecos.

En 2011, tras un exhaustivo estudio de los huesos, Zipfel y yo publicamos nuestros hallazgos sobre estos fósiles.[189] Detallábamos las inusuales anatomías simiescas del talón, el tobillo y la planta del pie. Pero lo que no llegábamos a entender era lo que eso implicaba de hecho para la forma de andar de *sediba*. Hueso por hueso, *sediba* era diferente de otras especies de australopitecos o de los humanos actuales. Debía de caminar de forma distinta, pero no sabíamos cómo.

Muchos paleoantropólogos se forman para ser expertos en una parte concreta del esqueleto. Entre nosotros hay expertos en la anatomía del cráneo, los dientes, los codos, los hombros, las rodillas o las caderas. Mi especialidad es el pie y, en particular, el tobillo. Recibimos este tipo de formación en parte porque la paleoantropología es una ciencia de fragmentos. En seis semanas de trabajo en un yacimiento fósil, podemos encontrar un par de dientes de hominino y, si tenemos suerte, algún que otro codo o hueso del pie. Para poder dar sentido a esos antiguos fragmentos óseos, aprendemos todo lo que podemos acerca de las variaciones que puede presentar un mismo hueso entre distintos tipos de animales, cómo afectan esas diferencias a la forma de vida de cada animal y cómo ha cambiado ese hueso a lo largo de la evolución de los simios y de los humanos. Eso es lo que se requiere para obtener toda la información que podamos de los preciados restos de homininos que descubrimos.

O al menos así es hasta que encontramos un esqueleto casi completo. Y en el caso de *sediba*, teníamos dos.

Estamos tan acostumbrados a interpretar fragmentos fósiles aislados que, cuando nos encontramos ante un esqueleto íntegro, es fácil caer en la tentación de tratarlo solo como un montón de piezas. Pero los esqueletos no son colecciones de rasgos anatómicos inconexos: son los restos óseos de lo que, cuando el individuo estaba vivo, era un sistema que funcionaba de forma cohesionada. Para interpretar los extraños esqueletos de Malapa, necesitábamos el asesoramiento de alguien que pensara a diario en el funcionamiento del cuerpo como una unidad y en cómo un cambio en una articulación repercute en las demás.

Necesitábamos a un fisioterapeuta.

—¿Qué aspecto tiene esa rodilla? —me preguntó Ken Holt, biomecánico y fisioterapeuta de la Universidad de Boston, cuando concluí la presentación sobre los fósiles de Malapa que hice a su grupo.

Holt, actualmente retirado de la enseñanza, mantiene una consulta de fisioterapia y dedica la mayor parte de sus esfuerzos a desarrollar un traje

parecido al que convierte a Tony Stark en Iron Man para ayudar a las víctimas de ictus a volver a caminar con normalidad.

—¿La rodilla? Pues es extraña —respondí—. Se parece a la humana en casi todo, pero tiene el labio lateral más alto que he visto nunca.

El labio lateral es un muro de contención óseo de la rodilla que mantiene la rótula en su sitio. Los simios no tienen esta morfología, que solo se encuentra en los homininos bípedos. Pero el labio lateral de *sediba* era tan grande que parecía sobrehumano, lo que resultaba de lo más desconcertante dado el aspecto simiesco de los rasgos anatómicos del pie.

—Eso tiene sentido —me dijo Holt.

—¿Ah, sí? —pregunté incrédulo, ya que a mí no me lo parecía.

Volvimos a reunirnos tras la sesión de preguntas, y nos explicó lo que un fisioterapeuta veía en aquellos huesos. Nos dijo que *Australopithecus sediba* le parecía un «hiperpronador».

Con un talón tan pequeño, similar al de los chimpancés, *sediba* no podría haber caminado apoyándose de forma tan prominente en los talones como hacemos los humanos modernos, o como hacía incluso la especie de Lucy. En su lugar, *sediba* caminaba de forma más parecida a un simio, dando pasos cortos con el pie plano y apoyando en el suelo todo el borde exterior del pie. Es sabido a toda acción le corresponde una reacción igual y en sentido opuesto, de modo que, cuando *sediba* golpeaba el suelo con el borde exterior del pie, el suelo «le devolvía» el golpe y rotaba rápidamente el pie hacia el dedo gordo. Eso hacía girar la tibia hacia dentro, lo que a su vez hacía rotar la rodilla.

Actualmente algunas personas caminan así; es lo que se conoce como *hiperpronación*. Cuando uno camina de este modo, el borde exterior de la suela del zapato se desgasta con rapidez, especialmente cerca del talón. Como la rodilla experimenta un tirón hacia dentro, los hiperpronadores corren el riesgo de dislocarse la rótula, una lesión que solo en Estados Unidos sufren unas veinte mil personas al año. Con la rótula dislocada se puede seguir caminando, y asimismo esta puede recolocarse en su sitio, aunque es una intervención dolorosa y la recuperación total puede requerir hasta seis semanas.

No parece una buena opción para un australopiteco caminar de un modo que le predispusiera a sufrir luxaciones de rótula; de hecho, parece más bien el inicio de una receta de cocina para tigres dientes de sable. Pero *sediba* había desarrollado un muro de contención excepcionalmente grande para evitar que su rótula se dislocara. En otras palabras: esta especie tenía una solución anatómica a los mismos problemas que tienen hoy los humanos hiperpronadores; se había adaptado a desplazarse así.

Durante varios meses, Holt y yo investigamos la mecánica inherente a la forma de andar por el mundo de *sediba*, manteniendo correspondencia regular con Zipfel, que domina el funcionamiento del pie humano mejor que nadie que yo haya conocido. En aquellos meses probé a andar en hiperpronación por el campus de la Universidad de Boston como si fuera un *sediba*, utilizando mi propio cuerpo como una forma de entender a mi pariente de dos millones de años. A veces sentía dolor, y probablemente los estudiantes de la universidad me miraban como un bicho raro. Pero caminar de ese modo me dejó claro que, aunque sea un bípedo, desde luego no soy como *sediba*.

Holt, Zipfel y yo pusimos a prueba nuestra hipótesis y hallamos pruebas coherentes con ella en todo el esqueleto de *sediba*.[190] Por ejemplo, detectamos una desconcertante curvatura de aspecto simiesco en la base de un hueso llamado cuarto metatarsiano, en medio del pie, que habría dotado de mayor flexibilidad a este último. Hicimos resonancias magnéticas a cuarenta humanos distintos, y descubrimos esta misma forma ósea en un puñado de ellos, los cuales resultaban ser también hiperpronadores.[191]

Amey Y. Zhang, una estudiante de Dartmouth interesada en la interrelación de arte y ciencia, escaneó con láser 3D el esqueleto de nuestro *Australopithecus sediba* y utilizó un *software* de animación para simular las articulaciones y hacerle caminar.[192] La animación fue tuiteada y retuiteada, y finalmente la bióloga evolutiva Sally Le Page le puso música, sincronizando irónicamente el caminar de un hominino extinto con un tema como «Stayin’ Alive» (Sobreviviendo), de los Bee Gees.

En general, nuestros colegas coinciden en que *sediba* tiene una anatomía peculiar y, en consecuencia, caminaba de forma distinta de las demás especies de australopitecos. Pero no tienen por qué creerme sin más; la ciencia no se basa en creencias. Los escáneres tridimensionales de superficie de los fósiles de *sediba* se han publicado en un sitio web gratuito (www.morphosource.org), y mis colegas de cualquier parte del mundo pueden acceder a ellos y comprobar por sí mismos nuestra hipótesis.

Este ha sido el planteamiento de Berger desde el primer día ante el extraordinario descubrimiento de *Australopithecus sediba*. La ciencia solo puede avanzar si se pueden verificar sus hipótesis, y eso solo puede ocurrir si los fósiles son accesibles a toda la comunidad científica.

Aunque algunos investigadores han aceptado nuestra hipótesis de la hiperpronación, otros no lo han hecho. Bill Kimbel, paleoantropólogo de la Universidad Estatal de Arizona y titular de los permisos de excavación en Hadar (Etiopía), escribió: «El postulado de la “hiperpronación” del pie y la extrema

rotación hacia dentro de la pierna y el muslo induce a pensar en una desgarbada zancada bípeda que podría muy bien haber formado parte del *sketch* del “Ministerio de Andares Tontos” de los Monty Python». Más tarde sugirió que tal forma de andar resultaba «patológicamente deficiente», dado que no hay ninguna ventaja selectiva clara en desplazarse de ese modo.[193]

De ahí la enorme importancia de descubrir más de un *sediba*. Un esqueleto siempre puede descartarse por una presunta patología. Pero teníamos dos, e incluso algunos huesos de un tercer individuo. Aunque basamos buena parte de nuestra hipótesis sobre la forma de caminar en la hembra adulta (MH2), también obtuvimos pistas de los otros individuos hallados en Malapa. ¿Podía tener alguna patología el pequeño talón del esqueleto femenino? Probablemente no, porque también encontramos el talón del joven esqueleto masculino (MH1), y es casi idéntico. ¿Podía ser patológica la articulación del tobillo del esqueleto femenino? Probablemente no, puesto que encontramos el tobillo de un tercer individuo, y tiene la misma forma peculiar que el de la hembra. La inusual anatomía del cuarto metatarsiano del joven concuerda asimismo con otros huesos descubiertos de la hembra adulta.

En otras palabras, creo que todos ellos andaban igual.

Kimbel tiene razón al afirmar que los andares de *sediba* eran un tanto desgarbados. Entonces, ¿por qué la hiperpronación? Creo que está completamente relacionada con su dependencia de los árboles.

El australopiteco *sediba* no fue lo único que se encontró en las profundidades de la cueva de Malapa. Berger y su equipo de paleontólogos también recuperaron restos fosilizados de otros animales, e incluso hallaron un coprolito o excremento fósil. Este último era de color blanquecino y contenía algunas esquirlas de hueso. Marion Bamford, directora del Instituto de Estudios Evolutivos de la Universidad del Witwatersrand y experta en maderas fósiles y ecosistemas antiguos, disolvió el coprolito en ácido clorhídrico y recuperó diminutos fragmentos de plantas antiguas, e incluso polen microscópico que coincidía con el de árboles que hoy crecen en bosques más fríos y húmedos a gran altitud. Hace dos millones de años, *sediba* caminaba por el bosque.[194]

Con sus largos brazos y sus hombros encogidos, a *sediba* se le daba muy bien subir a los árboles, pero no solo por una cuestión de seguridad. El cráneo de Karabo (MH1) está tan bien preservado que aún tiene comida pegada entre los dientes. Amanda Henry, actualmente en la Universidad de Leiden, raspó la placa dental de MH1 y descubrió fitolitos, diminutos restos de silicato de células vegetales que aún se conservaban de sus últimas ingestas de fruta, hojas y corteza de árbol.[195] Así pues, Karabo se alimentaba en los árboles. Además, un análisis

isotópico de pequeños fragmentos de dientes reveló que, a diferencia de otras especies de australopitecos, *sediba* no buscaba su alimento en las praderas; en su lugar, dependía en gran medida de la comida que encontraba en los bosques, como había hecho *Ardipithecus* millones de años antes.[196]

Para mí tenía sentido suponer que, si *sediba* estaba mejor adaptado a la vida arborícola que Lucy, este hecho debía de comprometer o, al menos, modificar su forma de caminar cuando se desplazaba por el suelo de una zona de alimentación forestal a otra.

Mientras tanto, en Malapa siguen apareciendo fósiles de dos millones de años de antigüedad y tienen más novedades que contarnos.

En la Universidad del Witwatersrand, las estanterías metálicas están llenas de trozos de brecha del tamaño de cantos rodados que aguardan su turno de preparación. Las piedras de las que asoman fósiles de homininos tienen preferencia, mientras que los de cebras y antílopes pasan al final de la cola. Hace poco, un gran bloque con una pata de antílope maravillosamente conservada esperaba su turno hasta que el científico Justin Mukanku le dio la vuelta y vio el tenue destello de un diente de hominino. Una tomografía computarizada del bloque reveló que contenía algunas partes de Karabo, el joven macho, que aún no se habían encontrado; a saber: la mandíbula inferior, algunas vértebras, parte de la pelvis, varias costillas y huesos de las piernas y los pies. Cuando estos fósiles se liberen de su matriz, nos ayudarán a comprender mejor cómo caminaba este australopiteco.

Pocos meses después de que el niño de nueve años Matthew Berger se tropezara con un trozo de roca en Malapa y descubriera a *sediba*, Stephanie Melillo, paleoantropóloga del Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva de Leipzig, estaba haciendo prospecciones en un nuevo yacimiento de fósiles de unos 3,2-3,8 millones de años de antigüedad llamado Woranso-Mille y ubicado en Etiopía, al noroeste de Hadar, donde se había encontrado a Lucy. Melillo formaba parte de un equipo dirigido por Yohannes Haile-Selassie, conservador de paleoantropología del Museo de Historia Natural de Cleveland, que había descubierto el yacimiento y ya había encontrado varios fósiles que atribuía a la especie de Lucy.

Haile-Selassie, como su asesor Tim White antes que él, pensaba entonces que el único hominino que habitaba el paisaje de hace 3,2-3,8 millones de años era *Australopithecus afarensis*. Esto resulta muy práctico, en cuanto significaba que cualquier húmero, hueso del pie o fragmento de cráneo de hominino que encontraran tenía que ser de *afarensis*.

Pero lo que Melillo descubrió el 15 de febrero de 2009 fue la asombrosa constatación de que Lucy no estaba sola.

Muchos fósiles se encuentran por la mañana temprano, cuando el sol, todavía bajo, proyecta sombras sobre el paisaje, la cafeína circula por el torrente sanguíneo y los ojos están descansados. En cambio, a última hora de la mañana, cuando el sol cegador se refleja en la superficie de los antiguos sedimentos y el hambre hace rugir las tripas, casi siempre se hace una pausa. Aquella jornada no fue distinta para Melillo y su docena de colegas, que se habían dispersado por los páramos de Woranso-Mille, en una zona llamada Burtele.

La mejor herramienta de excavación de un paleoantropólogo son las lluvias de la temporada anterior, que arrastran los sedimentos y van dejando al descubierto poco a poco los huesos enterrados. Melillo subió lentamente por un barranco excavado por el agua, donde los sedimentos limosos se estratificaban en arenisca rojiza, y divisó un pequeño fragmento de hueso del tamaño de un clip.

—Es muy estimulante, después de caminar y caminar sin encontrar nada más que tierra, de repente descubrir un fósil —me dijo Melillo durante una conversación por Skype—. Es increíble, en ese segundo de reconocimiento, cómo te salta a la vista.

Puso una bandera naranja en el suelo para marcar la posición del fósil y lo recogió con delicadeza. Sabía que era la base de un cuarto metatarsiano —uno de los huesos de la parte media del pie—, pero estaba demasiado incompleto para saber si era de un primate como nosotros o de un carnívoro. Luego se dirigió lentamente al lugar donde se encontraba Haile-Selassie, examinando el hueso desde todos los ángulos mientras caminaba. Él ya conocía esos andares: significaban que le traía un posible hominino para que lo inspeccionara.

Haile-Selassie es un auténtico imán para los fósiles. En 1994, cuando era estudiante de posgrado, descubrió los primeros fósiles de un esqueleto de *Ardipithecus ramidus*, de 4,4 millones de años de antigüedad: dos huesos palmares que sobresalían de la antigua ladera como si Ardi estuviera tendiendo la mano para que los paleoantropólogos se la cogieran. Al cabo de unos años encontró un cráneo de 2,5 millones de años de una nueva especie de *Australopithecus* denominada *garhi*, y solo unas semanas después descubrió varios fósiles de otra a la que él mismo daría nombre: *Ardipithecus kadabba*, de 5,5 millones de años de antigüedad.

En el yacimiento de Woranso-Mille, Haile-Selassie y su equipo encontraron un esqueleto parcial de 3,6 millones de años de la especie de Lucy al que apodaron Kadanuumuu, un término afar que significa «hombre grande». Posteriormente descubriría una nueva especie de *Australopithecus* llamada

deyiremeda, y en 2019 hallaría el cráneo más antiguo de australopiteco descubierto hasta entonces: un hermoso ejemplar de 3,8 millones de años de la especie *anamensis*.[197]

—Tiene una especie de sentido arácnido para saber dónde encontrar fósiles y cuándo seguir excavando —me aseguró Melillo por Skype.

En cierta ocasión en que encontró media mandíbula de australopiteco a ras de suelo —recordaba Melillo—, su equipo estuvo escarbando y tamizando la zona durante una semana entera. Escarbar y tamizar es una tarea laboriosa, tediosa y extremadamente lenta. Hay que examinar concienzudamente cada guijarro y cada terrón.

—Yo aposté con Yohannes a que no encontraríamos la otra mitad de la mandíbula —recordaba Melillo—. Perdí.

Otro día en que realizaban trabajo de campo, Haile-Selassie recogió una diáfisis de hueso largo fosilizada. Encontrar diáfisis de huesos largos es habitual, pero a menudo estas resultan difíciles de identificar: pueden ser fragmentos de huesos de extremidades de decenas de animales distintos, desde homininos hasta antílopes.

—¡Mira esto! —exclamó entusiasmado.

Melillo no le dio importancia. Pero unas semanas después, en la cámara de los homininos del Museo Nacional de Adís Abeba, Haile-Selassie deslizó el fragmento sobre la superficie rota de un húmero de hominino descubierto diez años antes. De alguna manera, al arrancar el fósil del suelo, supo que aquel trozo iba a encajar perfectamente en un hueso de brazo incompleto que hacía una década que no veía.

Volviendo al yacimiento de Burtele, lo primero que observó Haile-Selassie en el hueso de pie que Melillo acababa de entregarle fue que presentaba una rotura limpia. Eso indicaba que el fósil se había roto recientemente y que la otra mitad debía de andar cerca.

—¿Dónde está la otra mitad? —le preguntó a Melillo.

Uno de los miembros del equipo, Kampiro Kayranto, no tardó en encontrarla. La nueva pieza carecía de la característica protuberancia de los huesos de los pies de los carnívoros. Se trataba de un fósil de hominino, concretamente, un cuarto metatarsiano, el tercero de ese periodo encontrado intacto hasta la fecha.

Eso significaba que había que empezar a rastrear palmo a palmo.

Los miembros del equipo, unos quince, se reunieron en la base del barranco, se alinearon hombro con hombro, se pusieron a gatas y empezaron a arrastrarse por el duro suelo, recogiendo cada trocito de hueso que encontraban. Primero hallaron un par de dedos de pie de hominino. Cuando llegaron a la capa de

arenisca rojiza, descubrieron el dedo gordo y el segundo dedo del pie asomando del antiguo suelo.

No eran solo huesos sueltos: el conjunto formaba el esqueleto parcial de un pie. Al datar los estratos de ceniza volcánica entre los que estaba encajada la arenisca rojiza, determinaron que los fósiles tenían unos 3,4 millones de años de antigüedad.

Hacía décadas que se sabía que la especie de Lucy, *Australopithecus afarensis*, vivió en aquellos parajes por aquella época. Pero este no era en absoluto un pie de *afarensis*.

Se asemejaba más bien al de un *Ardipithecus*, dado que el dedo gordo y el segundo dedo del pie ocupaban posiciones opuestas de forma similar al pulgar y el índice de una mano humana. El pie de Burtele pertenecía a un hominino más parecido a los simios; un hominino que trepaba con más frecuencia a los árboles y que caminaba sobre dos piernas de forma distinta de como lo hacía Lucy.

De vuelta al laboratorio del Museo de Historia Natural de Cleveland, Haile-Selassie le enseñó los huesos al experto en pies Bruce Latimer, que había formado parte del equipo que describió a Lucy a principios de la década de 1980 y del que hizo lo propio con Ardi en la de 2000.

—¡Habéis encontrado otro Ardi! —recordaba haber dicho Latimer al ver los fósiles por primera vez, seguro de que el pie era de aquella misma especie de hominino de 4,4 millones de años de antigüedad—. ¡Genial![198]

Haile-Selassie tuvo que aclararle que no era así: los huesos se habían encontrado en sedimentos *un millón* de años más jóvenes.

—¡No puede ser! —respondió Latimer perplejo.

El pie de Burtele tenía algunos de los rasgos anatómicos clave para la marcha bípeda, pero era claramente distinto del tipo de pie que había dejado las huellas del Yacimiento G de Laetoli. En esta versión prehistórica de la historia de Cenicienta, el pie de Burtele no encajaba en el zapato de Laetoli.

Diversos descubrimientos posteriores vendrían a confirmar la existencia de una nueva especie: *Australopithecus deyiremeda*. Otro hominino, que caminaba de manera diferente de la especie de Lucy, coexistió con ella y los suyos.[199] De hecho, en 2021 llegamos a la conclusión de que las huellas A de Laetoli las dejó una segunda especie de hominino.[200] Recuérdese que estas huellas eran tan distintas de las del Yacimiento G que algunos investigadores llegaron a postular que las había dejado un oso. Hoy creemos, en cambio, que hubo dos especies distintas caminando por las cenizas fangosas de Laetoli hace 3,66 millones de años.

Antes pensábamos que a lo largo de toda la evolución humana solo había

habido una forma de caminar. Pero ahora sabemos que no es así. Hace millones de años hubo dos especies distintas pero emparentadas de australopitecos, que vivían en diferentes entornos y caminaban también de manera ligeramente distinta. Ambas recorrieron gran parte de África y establecieron una enorme área de distribución, partiendo de las praderas del centro-norte y bajando por el Valle del Rift oriental desde Etiopía hasta Sudáfrica; una distancia de casi seis mil kilómetros.

Sabemos que hace alrededor de dos millones de años evolucionaron los miembros de nuestro propio género, *Homo*: tenían unos dientes ligeramente más pequeños, un cerebro más grande y una gran propensión a usar herramientas de piedra. Lo que sigue siendo un misterio es a partir de qué especie de australopiteco evolucionamos. Podría ser una que todavía no hayamos encontrado.

En cualquier caso, hace dos millones de años la bipedación se había convertido en un gran experimento evolutivo. Y estaba a punto de llevar su espectáculo de gira.

---

[179] El dicho inglés «there is more than one way to skin a cat», literalmente «hay más de una forma de despellejar a un gato», equivale en castellano a otras expresiones como «hay muchas maneras de matar pulgas», y significa en términos generales que puede haber distintas formas de llegar a un mismo resultado. (*N. del T.*).

[180] Ann Gibbons, «Skeletons Present an Exquisite Paleo-Puzzle», *Science,* 333 (2011), pp. 1.370-1.372. Bruce Latimer, comunicación personal.

[181] Lo que quiero decir con esto es que Lee Berger es un explorador y aventurero que inspira a futuras generaciones de investigadores popularizando nuestra ciencia. Así, Berger se parece a Indiana Jones en el buen sentido, no en lo que el personaje que encarnaba Harrison Ford tenía también de mujeriego y ladronzuelo.

[182] Se pueden encontrar más detalles de esta apasionante historia en los dos libros que publicó Berger sobre el tema: Lee Berger y Marc Aronson, *The Skull in the Rock: How a Scientist, a Boy, and Google Earth Opened a New Window on Human Origins*, Washington D. C.: National Geographic Children's Books, 2012; Lee Berger y John Hawks, *Almost Human: The Astonishing Tale of* Homo naledi *and the Discovery That Changed Our Human Story*, Washington D. C.: National Geographic, 2017.

[183] Ericka N. L'Abbé *et al.*, «Evidence of Fatal Skeletal Injuries on Malapa Hominins 1 and 2», *Scientific Reports,* vol. 5, n.º 15.120 (2015).

[184] Robyn Pickering *et al.*, «*Australopithecus sediba* at 1.977 Ma and Implications for the Origins of the Genus *Homo*», *Science,* vol. 333, n.º 6.048 (2011), pp. 1.421-1.423.

[185] Lee Berger *et al.*, «*Australopithecus sediba*: A New Species of *Homo*-Like

Australopith from South Africa», *Science,* vol. 328, n.º 5.975 (2010), pp. 195-204.

[186] Esto requiere cierta explicación para el lector que se pregunte por qué habría de sorprenderme la anatomía de los moldes después de haber visto los originales bajo el paño negro en el laboratorio de Berger. Los huesos fósiles originales del pie y el tobillo (tibia, astrágalo y calcáneo) siguen articulados y unidos por una matriz. Kristian Carlson los escaneó mediante microtomografía computarizada y los separó digitalmente tras horas de tedioso trabajo informático. A continuación imprimió en 3D las representaciones digitales de los huesos del pie aislados. Eso fue lo que me enviaron Berger y Zipfel en la primavera de 2010.

[187] John T. Robinson, *Early Hominid Posture and Locomotion*, Chicago: University of Chicago Press, 1972. Robinson también clasificaba la especie *africanus* dentro del género *Homo*. Si alguna vez llegara a adoptarse, esta denominación causaría estragos en la taxonomía de los homininos, ya que *africanus* es justamente la especie tipo de *Australopithecus*.

[188] William E. H. Harcourt-Smith y Leslie C. Aiello, «Fossils, Feet, and the Evolution of Human Bipedal Locomotion», *Journal of Anatomy*, vol. 204, n.º 5 (2004), pp. 403-416.

[189] Bernhard Zipfel *et al.*, «The Foot and Ankle of *Australopithecus sediba*», *Science,* vol. 333, n.º 6.048 (2011), pp. 1.417-1.420. Al igual que otros estudios mencionados en el libro, también este ha sido un trabajo de equipo, al que Robert Kidd, Kristian Carlson, Steve Churchill y Lee Berger han realizado importantes aportaciones.

[190] Jeremy M. DeSilva *et al.*, «The Lower Limb and Mechanics of Walking in *Australopithecus sediba*», *Science,* vol. 340, n.º 6.129 (2013), 1232999.

[191] Jeremy M. DeSilva *et al.*, «Midtarsal Break Variation in Modern Humans: Functional Causes, Skeletal Correlates, and Paleontological Implications», *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 156, n.º 4 (2015), pp. 543-552.

[192] Amey Y. Zhang y Jeremy M. DeSilva, «Computer Animation of the Walking Mechanics of *Australopithecus sediba*», *PaleoAnthropology* (2018), pp. 423-432. Puede verse el tuit de Sally Le Page con *sediba* andando al ritmo de la música en https://twitter.com/sallylepage/status/1088364360857198598 [tinyurl.com/2p8nynh7].

[193] William H. Kimbel, «Hesitation on Hominin History», *Nature,* 497 (2013), pp. 573-574. Puede verse el *sketch* del «Ministerio de Andares Tontos» (en inglés con subtítulos en castellano) en https://www.youtube.com/watch?v=i5Jyu6eioZ4 [tinyurl.com/3cfjf4x4]. También hay un genial artículo en el que se analizan los andares del ministro y del señor Pudey: Erin E. Butler y Nathaniel J. Dominy, «Peer Review at the Ministry of Silly Walks», *Gait* & *Posture,* 26 de febrero de 2020.

[194] Marion Bamford *et al.*, «Botanical Remains from a Coprolite from the Pleistocene Hominin Site of Malapa, Sterkfontein Valley, South Africa», *Palaeontologica Africana,* 45 (2010), pp. 23-28.

[195] Los brazos largos probablemente no requieran explicación como adaptación evolutiva para trepar por los árboles, pero los hombros encogidos puede que sí. Kevin

Hunt postuló que tener hombros estrechos y encogidos ayudaría a equilibrar el centro de masas de un simio que se colgara de las ramas por los brazos. Kevin D. Hunt, «The Postural Feeding Hypothesis: An Ecological Model for the Evolution of Bipedalism», *South African Journal of Science,* 92 (1996), pp. 77-90.

[196] Amanda G. Henry *et al.*, «The Diet of *Australopithecus sediba*», *Nature,* 487 (2012), pp. 90-93.

[197] Yohannes Haile-Selassie *et al.*, «New Species from Ethiopia Further Expands Middle Pliocene Hominin Diversity», *Nature,* 521 (2015), pp. 483-488.

[198] La cita de Latimer procede de John Mangels, «New Human Ancestor Walked and Climbed 3.4 Million Years Ago in Lucy's Time, Cleveland Team Finds (Video)», *Cleveland Plain Dealer*, 28 de marzo de 2012, https://www.cleveland.com/science/2012/03/new_human_ancestor_walked_and.html [http://tinyurl.com/5n8ud6bp].

[199] Yohannes Haile-Selassie *et al.*, «A New Hominin Foot from Ethiopia Shows Multiple Pliocene Bipedal Adaptations», *Nature,* 483 (2012), pp. 565-569. Pero es importante señalar que Haile-Selassie no ha atribuido directamente el pie de Burtele a *Australopithecus deyiremeda*. Podría ser de un tercer hominino aún sin nombre.

[200] Ellison McNutt *et al.*, «Footprint Evidence of Early Hominin Locomotor Diversity at Laetoli, Tanzania», *Nature,* vol. 600, n.º 7.889 (2021), pp. 468-471.

08

Homininos en marcha

«No había adónde ir excepto a todas partes, y tenía que mantenerse bajo las estrellas».

Jack Kerouac, *En el camino*, 1957[201]

En 1983, unos arqueólogos estaban excavando en el yacimiento medieval de Dmanisi, en la república de Georgia, que entonces formaba parte de la Unión Soviética. El equipo arqueológico estaba desenterrando monedas y otros objetos medievales cuando se tropezaron con un diente. Creyendo que probablemente era de algún animal que había servido de alimento a los mercaderes que hacían escala en Dmanisi en su viaje por la Ruta de la Seda, se lo llevaron a Abesalom Vekua, un cualificado paleontólogo. Este determinó que no era un diente de vaca, de cerdo ni de cordero: pertenecía a un rinoceronte.

¿Qué hacía un rinoceronte en un pozo de grano medieval de aquella zona montañosa de Asia Suroccidental? Vekua y su colega Leo Gabunia decidieron investigar el origen de aquel diente de rinoceronte aparentemente fuera de lugar.[202]

Una pista sobre su origen era el hecho de que no se trataba de un diente moderno. Era de *Dicerorhinus etruscus*, una especie extinguida en el Pleistoceno. Al año siguiente, los arqueólogos volvieron a excavar en Dmanisi, y descubrieron herramientas líticas similares a las sencillas herramientas olduvayenses que habían encontrado Mary y Louis Leakey en la garganta de Olduvai, en Tanzania. El misterio del diente de rinoceronte empezó a cobrar sentido. Resulta que la ciudadela de Dmanisi se construyó sobre sedimentos del Pleistoceno. Los arqueólogos que excavaban la tierra en busca de reliquias medievales habían profundizado hasta llegar a un estrato mucho más antiguo, de una época remota

en la que *Dicerorhinus* vagaba por el paisaje.

También era una época en la que se suponía que los homininos todavía no habían extendido su área de distribución más allá de las fronteras africanas. Sin embargo, aquellas herramientas de piedra indicaban justo lo contrario.

Vekua y Gabunia siguieron excavando y en 1991 encontraron una mandíbula de hominino.[203] Una década más tarde desenterraron dos cráneos de unos sedimentos que descansaban sobre un lecho de lava de 1,8 millones de años de antigüedad. Los cráneos tenían los huesos de la cara de gran tamaño, pero su volumen cerebral era aproximadamente la mitad del de los humanos actuales. Se determinó que procedían de una versión primitiva de *Homo erectus*, una especie conocida por la ciencia desde los descubrimientos de Eugène Dubois a finales del siglo XIX. En las dos décadas transcurridas desde ese último hallazgo, en este asombroso yacimiento se han desenterrado otros tres cráneos y dos esqueletos parciales. Los homininos de Dmanisi son los más antiguos jamás descubiertos fuera del continente africano.

Sin embargo, diversas pruebas halladas en el otro extremo de la Ruta de la Seda, en Shangchen (en la región central de China), indican que los homininos ya habían empezado a desplazarse tiempo atrás.

En 2018, Zhaoyu Zhu, del Instituto de Geoquímica de Cantón, adscrito a la Academia China de las Ciencias, anunció el descubrimiento de unas sencillas herramientas líticas de fabricación humana de 2,1 millones de años de antigüedad.[204] Aproximadamente en la época en que *Australopithecus sediba* recorría Sudáfrica caminando con su característica hiperpronación, otra rama del árbol genealógico humano se había desplazado más de catorce mil kilómetros hacia el este. Aún no se han encontrado huesos, por lo que no sabemos quién fabricó esas herramientas, pero la mayoría de los paleoantropólogos suponen que fue un antiguo *Homo erectus*, o quizá un representante aún más primitivo de nuestro género.

A primera vista, la expansión de los antiguos humanos por el mundo parece un tanto repentina. Los homininos llevaban millones de años en África Oriental y Austral, pero entonces, aparentemente en un abrir y cerrar de ojos, aparecen en China. Sin embargo, el proceso no fue tan rápido como parece. Si hace unos 2,2 millones de años los primeros miembros del género *Homo* empezaron a emigrar hacia el este a una velocidad de, pongamos por caso, unos 1,5 kilómetros cada década, podrían haber llegado perfectamente a China hace 2,1 millones de años, con tiempo suficiente para dejar sus herramientas de piedra en Shangchen.

Los descubrimientos de Dmanisi y Shangchen revelan que poco después de que el género *Homo* evolucionara en África, hace unos 2,5 millones de años, sus

territorios se ampliaron, extendiéndose hacia el norte y hacia el este por Eurasia. No había ningún cartel de «Bienvenidos a Asia» aguardando su llegada. No *sabían* que se estaban adentrando en regiones que dos millones de años después provocarían asombro y perplejidad entre sus descendientes. Pero esto plantea algunas preguntas.

¿Por qué los homininos se convirtieron en exploradores justo en esa época? ¿Y cómo fueron capaces de adentrarse en territorios en los que sus antepasados australopitecos no habían habitado nunca?

Las pistas para hallar las respuestas están en el esqueleto de un niño.

En 2007 viajé a la capital de Kenia, Nairobi, una ciudad densamente poblada situada a mil seiscientos metros sobre el nivel del mar. Era agosto, y durante dos semanas hizo un tiempo sorprendentemente frío y nublado. No llovía, pero el aire era denso e inmóvil. Las calles estaban llenas de vendedores de fruta fresca y frutos secos. Las cabras deambulaban de un lado a otro, comiéndose los desperdicios que había en las cunetas. El hedor de los humeantes montones de basura se sumaba al desagradable olor a gasóleo. El día que llegué a Nairobi me salió un resfriado que me embotó la cabeza y me oprimió los senos nasales durante una semana.

Nairobi es una ciudad de más de tres millones de habitantes, aunque la cifra se eleva a más de seis millones si se cuenta la población de toda el área circundante. Esta incluye el barrio marginal más grande de África, Kibera, donde casi un millón de personas sobreviven con una renta media de menos de un dólar al día. A unos pocos kilómetros al norte de Kibera, en lo alto de una colina llamada Museum Hill, en el distrito de Westlands, se encuentra el Museo Nacional de Nairobi, donde se guardan algunos de los fósiles más preciados jamás descubiertos en una cámara acorazada del tamaño de una pequeña cafetería.

En el exterior del museo se alza una estatua de Louis Leakey y otra de un gran dinosaurio de color naranja. Al llegar, dejé de lado las exposiciones públicas y enfilé directamente el patio que llevaba a las colecciones de investigación, donde me reuní con Fredrick Manthi, un paleontólogo keniata al que le gusta utilizar su segundo nombre, Kyalo.

El padre de Kyalo trabajó en las expediciones de Mary Leakey en la década de 1970, de modo que él se aficionó a los homininos ya a una edad temprana. Tras doctorarse en la Universidad de Ciudad del Cabo, regresó a Kenia para dirigir la división de paleontología y paleoantropología del museo, y actualmente supervisa toda la investigación sobre prehistoria que se realiza en Kenia. Tres años después de nuestro encuentro, Manthi descubriría un hermoso cráneo de

Homo erectus de 1,5 millones de años cerca de la aldea de Ileret, en la orilla este del lago Turkana.[205]

Le di la lista de fósiles que quería estudiar, que iban desde los huesos del pie del antiguo simio *Proconsul* de veinte millones de años de antigüedad hasta un fémur fósil de un arcaico *Homo sapiens*. Supuse que en mi primer día en el museo me traería una bandeja de fósiles fragmentarios de pies, el tipo de huesos que solo interesan a un puñado de personas en el mundo. Al fin y al cabo, yo todavía era un estudiante, y para colmo estaba medio atontado por la medicación para el resfriado.

Pero, en lugar de eso, Manthi salió de detrás de la gruesa puerta de acero de la cámara acorazada con una bandeja de madera que contenía el esqueleto de *Homo erectus* conocido como Niño de Nariokotome. Fue como darle al conservador del Louvre una lista de cuadros renacentistas para estudiarlos y que él te sacara la *Mona Lisa*. Sentí que me flojeaban los brazos y las manos empezaron a temblarme. Puede que Manthi observara mi expresión boquiabierta al contemplar el esqueleto con los ojos como platos. En lugar de entregarme la bandeja, la llevó hasta el lugar donde yo iba a trabajar y depositó cuidadosamente los preciosos fósiles sobre el mostrador.

Me encantan los fósiles. Viajo grandes distancias para verlos, deseoso de tomar medidas y hacer fotografías y escáneres tridimensionales de estos frágiles fragmentos de nuestro pasado. Pero durante los primeros minutos de cada contacto con un nuevo fósil, mi calibrador, mi cámara y mi escáner permanecen completamente inactivos. Me limito a quedarme allí sentado, solo, con los restos de mis ancestros. Aprecio el color, la textura y la curvatura de cada pieza. Me pregunto no solo por la especie, sino también por el *individuo* cuya muerte y conservación nos permite comprender nuestro propio lugar en la historia de la vida. Me dejo conmover. Me dejo llevar por la emoción. Este ritual comenzó justamente en agosto de 2007, cuando me quedé a solas ante el esqueleto del Niño de Nariokotome en el Museo Nacional de Nairobi.

A continuación me puse a trabajar.

El fósil de Nariokotome fue localizado en 1984 por Kamoya Kimeu, posiblemente el descubridor de homininos más prolífico de la historia y uno de los integrantes de la que daría en llamarse la «banda de homínidos» de la familia Leakey, cuyos descubrimientos en África Oriental en las décadas de 1960 y 1970 abrieron las puertas a la investigación paleoantropológica en Tanzania, Kenia y, finalmente, Etiopía. Los descubrimientos de Kimeu son tan importantes que ha dado nombre a dos especies fósiles: un simio del Mioceno, *Kamoyapithecus*, y un mono de principios del Pleistoceno, *Cercopithecoides kimeui*.

En su libro *The Wisdom of Bones* (La sabiduría de los huesos), los paleoantropólogos Alan Walker y Pat Shipman describen así el método de Kimeu para buscar fósiles: «camina, camina y camina, y *observa* mientras lo haces».[206]

El 22 de agosto de 1984, Kimeu estaba haciendo precisamente eso en la región oriental del lago Turkana. Cuando recorría la orilla del lecho seco del río Nariokotome, vio un diminuto fragmento de hueso de cráneo que apenas destacaba del entorno, puesto que tenía el mismo color oscuro que el sedimento circundante.

«¡Sabe Dios cómo lo vio!», escribían Walker y Shipman.[207]

Kimeu llamó entonces a Richard Leakey y a Alan Walker, que se encontraban en Nairobi, y en menos de veinticuatro horas los responsables del proyecto ya estaban allí. Durante los cinco años siguientes, el equipo removió mil quinientos metros cúbicos de tierra. Oculto en ella se hallaba la mayor parte del esqueleto de un joven *Homo erectus* que murió hace 1,49 millones de años.

El Niño de Nariokotome o Niño de Turkana, como pasaría a conocerse, es uno de los esqueletos más completos e importantes descubiertos hasta la fecha. Revela el tipo de cuerpo que necesitó el primitivo *Homo* para ampliar su área de distribución más allá de las fronteras de África.

Su cerebro, que ya había alcanzado su tamaño completo, tenía solo dos tercios del volumen del de un humano moderno. Las muelas del juicio no erupcionadas y los cartílagos de crecimiento de brazos y piernas aún sin fusionar nos revelan que era muy joven cuando murió: según un detallado estudio de su dentadura, tenía solo nueve años. Pero los huesos de sus piernas también indican que ya medía más de metro y medio, y pesaba cerca de cincuenta kilos. Era un niño grande: a esa edad, mi hijo medía casi treinta centímetros menos y pesaba casi veinte kilos menos.

Los científicos calculan que el Niño de Nariokotome probablemente habría llegado a medir cerca de un metro ochenta de estatura si hubiera sobrevivido hasta la edad adulta.[208] El gran tamaño corporal del niño a tan temprana edad también indica que su especie todavía no había desarrollado el «estirón» característico de la adolescencia en los humanos modernos. ¿Por qué razón? El antropólogo Chris Kuzawa, de la Universidad del Noroeste (Illinois), descubrió que en los niños se da una especie de solución de compromiso en la distribución de energía entre el cerebro y el resto del cuerpo.[209] Durante la preadolescencia, el cerebro del niño consume tanta energía que el crecimiento del cuerpo se ralentiza; luego, en la adolescencia, el cuerpo recupera el tiempo perdido aumentando de estatura con rapidez: es lo que llamamos el estirón. Dado que el tamaño del cerebro de *Homo erectus* era solo dos tercios del nuestro,

probablemente esta especie no tenía problemas para distribuir la energía entre el cerebro y el cuerpo en crecimiento.

Se puede obtener más información sobre esta especie a partir de un esqueleto incompleto de *Homo erectus* adulto de 1,6 millones de años de antigüedad, un espécimen catalogado como KNM-ER 1808. Fue descubierto en 1973 por —¡cómo no!— Kamoya Kimeu. Su largo fémur derecho tiene el mismo tamaño que el de un humano moderno de algo menos de metro ochenta de estatura.[210] La gente tiende a creer que la estatura de los humanos modernos es un rasgo de aparición relativamente reciente, pero no es así. *Homo erectus* tenía una estatura muy similar a la nuestra.

Volví los ojos hacia la bandeja que contenía el esqueleto de Nariokotome y arranqué el fémur izquierdo de su lecho de espuma color aguamarina. El fémur tenía un color gris oscuro, con manchas negras y marrones. Me sorprendió su longitud. También el hueso de la parte superior del brazo (el húmero) era un 34 por ciento más largo que el de Lucy. Eso tiene sentido porque se trata de un individuo de mayor tamaño que Lucy, pero cabría esperar, entonces, que su fémur fuera también un 34 por ciento más largo que el de ella. No era así: medía un *54 por ciento* más.

Homo erectus no era simplemente un australopiteco a mayor escala: sus piernas se habían alargado.

«Desde las hormigas hasta los elefantes, la variable que explica cuánta energía consume un animal para ir de un sitio a otro es la longitud de sus patas», me explicó Herman Pontzer, profesor de Antropología de la Universidad Duke, en Carolina del Norte.

Según sus exhaustivas investigaciones, cuanto más largas son las patas, más fáciles suelen ser los desplazamientos.

Equipados con piernas más largas, nuestros antepasados *Homo erectus* podían llegar más lejos que los parientes de Lucy. Pero eso no es todo: resulta que *Homo erectus* también había desarrollado un pie con un arco plantar plenamente humano.

En 2009, un equipo de investigadores del Museo Nacional de Nairobi y de la Universidad George Washington de la ciudad homónima descubrió cerca de un centenar de pisadas fósiles en las inmediaciones de Ileret.[211] Las dejaron una veintena de individuos de *Homo erectus* en la orilla fangosa de un lago hace 1,5 millones de años. Tienen el mismo tamaño que las huellas de los humanos modernos y exhiben un prominente arco plantar que les facilitaba el impulso, sobre todo cuando corrían.[212]

También las diversas especies de australopitecos tenían arco plantar, pero era

poco pronunciado en comparación con el de los actuales humanos. *Homo erectus,* en cambio, tenía un arco plenamente moderno y las piernas largas, de modo que ahora nuestros antepasados disponían por fin del equipamiento anatómico necesario para recorrer mayores distancias y recolectar más alimento.

En los ecosistemas de todo el mundo, los carnívoros habitualmente tienen áreas vitales (áreas de campeo) más amplias que los herbívoros.[213] Las plantas suelen crecer en grupos, por lo que los herbívoros no tienen que desplazarse diariamente tan lejos para encontrar comida. Los carnívoros, en cambio, tienen que recorrer grandes distancias para cazar a sus presas. No es casual, pues, que los yacimientos fósiles de *Homo erectus* contengan muchos huesos de animales descuartizados, obtenidos tanto de la caza como del carroñeo.

Hay herramientas de piedra datadas hace 3,3 millones de años, y se han encontrado marcas de corte en huesos de antílope de hace 3,4 millones, es decir, de una época anterior a *Homo erectus*. Parece, pues, que los australopitecos e incluso los primeros *Homo* se alimentaron ocasionalmente de carne mediante una actividad carroñera oportunista. Pero no eran cazadores. Con *Homo erectus,* el carroñeo se hizo más frecuente, e incluso hay pruebas de actividades de caza deliberada y coordinada. Las plantas seguían formando parte de su dieta, lo que los convertía en omnívoros como nosotros. Es cierto que hoy en día algunas personas optan por no comer carne, pero hay numerosas evidencias de que la carne y el tuétano fueron importantes recursos que ayudaron a nuestro linaje a sobrevivir al Pleistoceno.

Con sus largas piernas, sus pies arqueados y unas áreas vitales más extensas que las de sus predecesores, *Homo erectus* traspasó las fronteras de África y se adentró en Eurasia.

Los esqueletos de *Homo erectus* de Dmanisi no son tan altos como el Niño de Nariokotome. Apenas superan el metro y medio de estatura. Pero tienen las piernas largas y las proporciones corporales de los humanos modernos. Los homininos de Dmanisi pudieron caminar con gran eficiencia y seguir a sus presas a través de Oriente Próximo y la actual Turquía hasta el Cáucaso. Incluso hubo migraciones anteriores que llegaron a China. Aún no está claro si los homininos recorrieron el continente a través de las mesetas de Asia o siguieron la costa a lo largo de la India y el sureste asiático. Pero fuera como fuere, hace 2,1 millones de años evidenciaron su presencia en el continente más grande de la Tierra.[214]

Los relatos de las migraciones humanas se presentan a menudo de forma excesivamente simplista y unidireccional, pero las probabilidades de que esas expansiones territoriales se produjeran de una sola vez y en una sola dirección

son infinitesimales. Es casi seguro que *Homo erectus* entró y salió de África en diferentes oleadas, explorando gradualmente los límites de su creciente área de distribución conforme se aventuraba en territorios nunca antes habitados por un hominino que caminara erguido. Hace como mínimo 1,5 millones de años, *Homo erectus* había llegado tan al sureste como podía sin mojarse los pies.

Durante las glaciaciones, de las que al menos ocho se sucedieron cíclicamente durante el último millón de años, quedó atrapada suficiente agua en los polos y en los glaciares de montaña para hacer descender el nivel del mar, por lo que habría sido perfectamente posible caminar desde el sureste asiático hasta Java, en el archipiélago indonesio.[215] Pero no más allá. Allí, *Homo erectus* se habría encontrado con la fosa oceánica de treinta kilómetros de ancho y ocho de profundidad que delimita la línea de Wallace, llamada así en honor al naturalista decimonónico Alfred Russel Wallace, codescubridor, con Charles Darwin, de la selección natural. Al oeste de la línea de Wallace se encuentran las plantas y animales característicos de Asia; al este, las plantas y animales, sorprendentemente distintos, de Australia. Resulta casi imposible cruzar esta frontera ecológica sin un barco.

Alrededor de la época en que *Homo erectus* llegó a Java, los homininos también se estaban extendiendo por Eurasia occidental. En 2013, un equipo de paleoantropólogos españoles anunció el descubrimiento de un único diente de hominino y varias herramientas líticas en una cueva situada en la localidad de Orce, en la provincia de Granada. Estaban depositados en sedimentos de 1,4 millones de años de antigüedad. Unos años antes, el arqueólogo y paleontólogo Eudald Carbonell había encontrado una mandíbula inferior más completa, en este caso de 1,2 millones de años, en una cueva llamada Sima del Elefante, en la sierra de Atapuerca, en Burgos. Los investigadores llamaron al fósil *Homo antecessor*, que significa «pionero».[216]

Homo erectus y sus parientes se habían convertido en simios cosmopolitas, cuya área de distribución se extendía ahora desde el extremo austral del continente africano, en la actual Sudáfrica, hasta zonas tan distantes como la península ibérica, al oeste, y el archipiélago indonesio, al este. Y dado que por entonces no había aviones, trenes ni automóviles, ni siquiera carretas ni caballos domesticados para su monta, solo podían hacer una cosa: caminar.

Al mismo tiempo, en esa época, estaba ocurriendo algo extraño y maravilloso: su cerebro se hacía cada vez más grande; mucho más. Dos hipótesis plenamente compatibles tratan de explicar por qué habría podido suceder esto, y ambas tienen que ver con la alimentación.

La primera, formulada por los antropólogos Leslie Aiello y Peter Wheeler en

1995, se conoce como la «hipótesis del tejido costoso».[217] Aiello y Wheeler recopilaron datos sobre el peso de los diversos órganos de los primates y observaron que los humanos tienen un cerebro muy grande (algo que todo el mundo sabía), pero un intestino extremadamente corto (algo que todo el mundo ignoraba). Los intestinos resultan energéticamente costosos de mantener, ya que constantemente están desprendiéndose de sus tejidos viejos y regenerando otros nuevos. Desarrollar evolutivamente un intestino más corto parece ser que permitió a aquellos homininos liberar energía y reasignarla al crecimiento cerebral. Eso no funcionaría en un herbívoro estricto, dado que los herbívoros necesitan largos intestinos gruesos para digerir las duras fibras de celulosa de las plantas. Los carnívoros, en cambio, tienen intestinos gruesos más cortos, capaces de absorber los nutrientes de la carne y el tuétano sin necesidad de prolongarse metros y metros. Aiello y Wheeler postularon que, conforme nuestros antepasados fueron consumiendo cava vez más animales, la evolución favoreció a los individuos que tenían los intestinos más cortos y el cerebro más grande, que prosperaron y se multiplicaron. En el periodo transcurrido entre hace dos millones y un millón de años, el cerebro medio de los homininos duplicó aproximadamente su volumen.

Más recientemente, Richard Wrangham, biólogo especializado en la evolución humana de la Universidad de Harvard, introdujo otra variable en la ecuación: el fuego.[218]

Una serie de sugerentes indicios descubiertos en la orilla oriental del lago Turkana, en Kenia, y en la cueva de Swartkrans, en Sudáfrica, revelan que hace 1,5 millones de años *Homo erectus* había aprendido a controlar el fuego; y asimismo, la cueva sudafricana de Wonderwerk, de un millón de años de antigüedad, contiene evidencias irrefutables de su uso. Con el fuego, nuestros antepasados podían cocinar sus alimentos, haciéndolos más fáciles de digerir. Esto —sugiere Wrangham— les proporcionó la energía necesaria para desarrollar cerebros más grandes. El fuego también habría permitido a nuestros predecesores extenderse por territorios hasta entonces demasiado fríos para vivir. Y los habría liberado de la necesidad de encaramarse a los árboles para resguardarse durante la noche, ya que el fuego disuade a los depredadores.[219] Al desarrollar unas piernas más largas, *Homo erectus* se convirtió en un hábil caminante, pero trepar se le hizo más dificultoso; gracias al fuego, aquel torpe trepador pudo sobrevivir y multiplicarse.

Y mientras caminaban, nuestros antepasados también empezaron a hablar. Resulta que caminar y hablar van de la mano.

En los cuadrúpedos, cuando las extremidades delanteras golpean el suelo, los

músculos de los hombros, del pecho e incluso del abdomen absorben el impacto. Eso significa que los animales que se desplazan a cuatro patas tienen que coordinar su respiración y su marcha: una inspiración-espiración por cada paso. De ahí que los animales no puedan galopar y resollar a la vez, dado que no es posible realizar este tipo de respiración rápida y entrecortada cuando los órganos digestivos golpean el diafragma con cada salto. Al no poder resollar cuando corren, la mayoría de los animales tampoco pueden enfriar su cuerpo, lo que los obliga a detenerse y descansar a la sombra tras una breve carrera. Los humanos, en cambio, podemos respirar de forma acelerada mientras damos zancadas. Y a diferencia de muchos cuadrúpedos, también sudamos. Eso nos permite refrescarnos mientras corremos. Somos lentos, pero podemos recorrer kilómetros.

¿Y qué tiene eso que ver con el lenguaje?

Podemos hacernos una idea de la función de los músculos del pecho y de los brazos en un cuadrúpedo cargando un objeto pesado mientras caminamos: los músculos del pecho se tensan, y sincronizamos nuestra respiración con cada paso; aparte de algún que otro gruñido, nos resulta difícil emitir sonidos. Eso es lo que le ocurre a un animal que se desplaza a cuatro patas. En cambio, los que caminan sobre dos patas controlan su respiración de forma más precisa, lo que los dota de la flexibilidad necesaria para emitir una gran variedad de sonidos.[220]

Los geladas, unos monos terrestres que viven en las tierras altas de Etiopía, se sientan erguidos para comer semillas; así sentados, se comunican mediante toda una serie de complejas vocalizaciones.[221] Como bípedos, los humanos hemos desarrollado el lenguaje, combinando sonidos producidos mediante un preciso control muscular de nuestra respiración en un número aparentemente infinito de formas y significados. Incluso en los niños, el inicio de la marcha erguida y el habla están estrechamente ligados.[222]

El origen del lenguaje humano sigue siendo un tema controvertido del que apenas sabemos nada. Además de la flexibilidad respiratoria, son muchos los factores que nos ayudan a producir sonidos. La base del cráneo y el aparato vocal de la parte posterior de la garganta forman una cámara de resonancia de la que carecen los simios. El grosor de nuestro hioides, un hueso que rara vez se encuentra en los registros fósiles humanos, permite el anclaje de los músculos y ligamentos que utilizamos al hablar. Por otra parte, diversas regiones del cerebro, como las áreas de Broca y de Wernicke, son fundamentales para la producción y comprensión del lenguaje. Y los huesos del oído interno están perfectamente adaptados a las frecuencias de las voces humanas.

Es probable que en un primer momento los gestos manuales fueran tan importantes como la palabra hablada en el desarrollo del lenguaje. Asimismo,

puede que la relación entre sonidos y significados se iniciara a partir de onomatopeyas, palabras que suenan como lo que significan (como el pío pío de un pájaro o el quiquiriquí de un gallo). Pero las onomatopeyas no valen para todo: ¿cómo suena una cacería o un amanecer? Se necesitaban sonidos que representaran significados de forma puramente simbólica, y así nos convertimos en simios simbólicos nosotros mismos. Con el tiempo, las canciones y la música también desempeñarían un papel en la difusión de las ideas y la conservación de los recuerdos. Todos estos elementos no surgieron a la vez, pero podemos intentar reconstruir cuándo se desarrollaron los primeros lenguajes en nuestros antepasados rebuscando en los registros fósiles.

Es probable que el bipedalismo permitiera a los australopitecos controlar la respiración con la precisión necesaria para emitir una gama de sonidos más amplia que la de un chimpancé, a la vez que les dejaba las manos libres para comunicarse mediante gestos. Pero hay pocos indicios de que tuvieran un lenguaje hablado propiamente dicho.

El hueso hioides del Niño de Dikika, de 3,4 millones de años de antigüedad, se asemeja al de un simio. Las impresiones cerebrales fosilizadas y las tomografías computarizadas del interior de cráneos fósiles revelan que los pliegues y fisuras de los cerebros de los primeros australopitecos eran bastante similares a los de los simios. Pero en algunos australopitecos parece haber cierta asimetría en el área de Broca, lo que sugiere que su cerebro estaba preparado para producir y comprender el lenguaje. Y, desde luego, ese era el caso de los cerebros de los primeros *Homo*, hace unos dos millones de años.[223]

Varios fósiles de medio millón de años de antigüedad hallados en España revelan la presencia tanto de un hioides similar al humano como de un oído interno perfectamente adaptado para detectar y procesar sonidos del ancho de banda vocal.[224] Y diversas pruebas genéticas indican asimismo que en esa época es posible que ya existiera el lenguaje. El ADN extraído de varios homininos fósiles de Europa y Asia revela que cierto gen que afecta al lenguaje —aunque se ignora exactamente cómo— evolucionó a su forma actual hace un millón de años como mínimo.

Todos los ingredientes clave del lenguaje parecen haber estado presentes hace medio millón de años, pero el primer paso en esa secuencia evolutiva fue la marcha erguida, que proporcionó el control preciso de la respiración necesario para emitir un amplio repertorio de sonidos.

Así pues, *Homo erectus* caminaba y, a medida que se extendía por el mundo, también hablaba.

A veces la alternancia de glaciaciones a lo largo del Pleistoceno permitió a los homininos llegar a lugares que de otro modo habrían sido inaccesibles, y en los que luego quedaron aislados. Los *Homo erectus* que vivieron en la actual isla de Java, por ejemplo, podían deambular por el sureste asiático durante un máximo glacial, pero quedaban atrapados en la isla durante decenas de miles de años al subir el nivel del mar en el siguiente periodo cálido. En Europa Occidental, los periodos glaciales permitieron a los homininos llegar hasta Inglaterra. Lo sabemos porque dejaron sus huellas allí.

Hace unos ochocientos mil años, un grupo de homininos a los que a veces se clasifica como la especie *Homo heidelbergensis* caminaron por una costa fangosa cerca de la actual aldea británica de Happisburgh, dejando pisadas casi idénticas a las nuestras.[225] Por desgracia, esa costa está experimentando una rápida erosión, y poco después de que los investigadores las fotografiaran y midieran, las huellas quedaron borradas por la acción del mar. La población del Pleistoceno que dejó aquellas pisadas fue igualmente fugaz, y acabó viéndose empujada hacia el sur y aislada en diversas bolsas a lo largo del Mediterráneo a medida que los glaciares avanzaban desde el norte.

Estos altibajos climáticos provocaron el aislamiento genético intermitente de las poblaciones de *Homo* del Pleistoceno. Una de ellas, inicialmente aislada en diversas bolsas en Europa y Asia Occidental, evolucionó hasta dar origen a los neandertales. Estos dejaron montones de huesos, y la ciencia conoce su existencia desde mediados del siglo XIX. Cuando los glaciares se retiraron, los neandertales ampliaron su área de distribución desde Portugal hasta Ucrania. De ellos se han desenterrado dos docenas de cráneos completos.

En 2019, un grupo de científicos del Museo Nacional de Historia Natural de París anunciaron el descubrimiento de una asombrosa colección de 257 huellas de neandertales de 80.000 años de antigüedad en las dunas de la región francesa de Normandía. Una docena de niños caminaron en compañía de uno o dos adultos por la arena húmeda, inmortalizando así un día en la vida cotidiana de una guardería del Pleistoceno. Puedo imaginar a los niños neandertales jugando y riendo mientras los adultos oteaban el horizonte para detectar posibles amenazas.[226]

En aquella época había algunas regiones de Asia habitadas por los denisovanos, un grupo conocido no solo por la anatomía de un puñado de fósiles escasos, sino también por el ADN extraído de unos diminutos fragmentos de hueso hallados en cuevas de Siberia y China central.[227]

Gracias a sus largas piernas, su cerebro agrandado y su dominio del fuego, *Homo erectus* y sus parientes se habían extendido por África, Europa y Asia. Todo

estaba dispuesto para la última etapa de nuestro viaje: nuestra especie, *Homo sapiens*.

Pero resulta que diversos descubrimientos recientes han trastocado este relato, induciendo a pensar que la evolución humana y la migración de los homininos por todo el planeta fueron mucho más complejas, e incluso más interesantes, de lo que ninguno de nosotros podía haber imaginado.

Excepto, quizá, J. R. R. Tolkien.

---

[201] Jack Kerouac, *On the Road*, Nueva York: Viking Press, 1957, p. 26 [trad. cast.: *En el camino*, Barcelona: Anagrama, 2022].

[202] En el siglo XIII, Marco Polo recorrió más de doce mil kilómetros desde su hogar en Italia hasta China por la Ruta de la Seda. Los mapas de su viaje lo llevan más allá de Dmanisi, aunque no se tiene constancia de que se detuviera allí. Sin embargo, muchos otros viajeros sí lo hicieron, puesto que Dmanisi se convirtió en una parte importante de la ruta comercial entre Europa y Asia, y acabó integrándose en el Imperio mongol. Polo siguió adelante y, cuando llegó a la isla de Java informó de haber visto un unicornio. Escribió: «Tienen elefantes salvajes y unicornios tan grandes como los elefantes, con el pelo de búfalo y las patas como ellos; un cuerno en medio de la frente, gordo y negro. Pero no es con el cuerno con el que hieren, sino con la lengua; sobre ella tienen un aguijón muy largo, de modo que el daño lo producen con la lengua. La cabeza parece la de un jabalí salvaje; la lleva inclinada hacia la tierra. Es un animal muy feo. No es verdad que se dejen tomar por una doncella virgen, pues son temibles y lo contrario de lo que cuentan». Lo que Polo describe en sus *Viajes* es, por supuesto, un rinoceronte.

[203] Leo Gabunia y Abesalom Vekua, «A Plio-Pleistocene Hominid from Dmanisi, East Georgia, Caucasus», *Nature,* 373 (1995), pp. 509-512.

[204] Zhaoyu Zhu *et al.*, «Hominin Occupation of the Chinese Loess Plateau Since About 2.1 Million Years Ago», *Nature,* 559 (2018), pp. 608-612.

[205] Fred Spoor *et al.*, «Implications of New Early *Homo* Fossils from Ileret, East of Lake Turkana, Kenya», *Nature,* 448 (2007), pp. 688-691. Actualmente Fredrick Manthi es el jefe del Departamento de Ciencias de la Tierra de los Museos Nacionales de Kenia.

[206] Alan Walker y Pat Shipman, *The Wisdom of the Bones: In Search of Human Origin*, Nueva York: Vintage, 1997.

[207] *Ibid.*, p. 12.

[208] Existe cierta incertidumbre al respecto, empezando por la edad que tenía el Niño de Nariokotome cuando murió. Las estimaciones de su edad cronológica oscilan entre los 7,6 y los 8,8 años, llegando en algunos casos hasta los 15, aunque la mayoría de los estudiosos se decantan por el rango de edad inferior, determinado a partir de avanzados análisis del desarrollo dental. La estatura del niño en el momento de su muerte oscila entre el metro cuarenta y el metro sesenta, dependiendo de la técnica empleada.

Además, está la cuestión de si *Homo erectus* ya daba el característico «estirón» en la adolescencia o se trata de un rasgo evolutivo que surgió en una época más reciente. En suma, se calcula que la estatura adulta de Nariokotome se habría situado entre un metro sesenta y más de un metro ochenta. Véase Ronda R. Graves, Amy C. Lupo, Robert C. McCarthy, Daniel J. Wescott y Deborah L. Cunningham, «Just How Strapping Was KNM-WT 15000?», *Journal of Human Evolution,* vol. 59, n.º 5 (2010), pp. 542-554. Chris Ruff y Alan Walker, «Body Size and Body Shape», en Alan Walker y Richard Leakey (eds.), *The Nariokotome Homo erectus Skeleton,* Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press, 1993, pp. 234-265.

[209] Christopher W. Kuzawa *et al.*, «Metabolic Costs and Evolutionary Implications of Human Brain Development», *Proceedings of the National Academy of Science's,* vol. 111, n.º 36 (2014), pp. 13.010-13.015.

[210] Henry M. McHenry, «Femoral Lengths and Stature in Plio-Pleistocene Hominids», *American Journal of Physical Anthropology,* 85 (1991), pp. 149-158. En el caso de KNM-ER 1808, Manuel Will y Jay T. Stock calcularon una estatura algo inferior, en torno al metro setenta, en «Spatial and Temporal Variation of Body Size Among Early *Homo*», *Journal of Human Evolution,* 82 (2015), pp. 15-33. Basándose en el tamaño de las huellas, un equipo de científicos estimó que la estatura del grupo de *Homo erectus* de Ileret mencionado un poco más adelante oscilaba entre el metro y medio y algo más de metro ochenta. Heather L. Dingwall, Kevin G. Hatala, Roshna E. Wunderlich y Brian G. Richmond, «Hominin Stature, Body Mass, and Walking Speed Estimates Based on 1.5-Million-Year-Old Fossil Footprints at Ileret, Kenya», *Journal of Human Evolution,* vol. 64, n.º 6 (2013), pp. 556-568.

[211] Matthew R. Bennett *et al.*, «Early Hominin Foot Morphology Based on 1.5-Million-Year-Old-Footprints from Ileret, Kenya», *Science,* vol. 323, n.º 5.918 (2009), pp. 1.197-1.201. Kevin G. Hatala *et al.*, «Footprints Reveal Direct Evidence of Group Behavior and Locomotion in *Homo erectus*», *Scientific Reports,* 6 (2016), 28766.

[212] Dennis M. Bramble y Daniel E. Lieberman, «Endurance Running and the Evolution of *Homo*», *Nature,* 432 (2004), pp. 345-352.

[213] Chris Carbone, Guy Cowlishaw, Nick J. B. Isaac y J. Marcus Rowcliffe, «How Far Do Animals Go? Determinants of Day Range in Mammals», *American Naturalist,* vol. 165, n.º 2 (2005), pp. 290-297.

[214] Cabe preguntarse qué papel desempeñó el medio ambiente en la creación de las condiciones propicias para la migración de los homininos a Eurasia. Existen pruebas de una desecación y un enfriamiento globales —con la consiguiente expansión de los hábitats de pastizales— causados, en parte, por la alteración de las corrientes oceánicas resultante de la separación física de los océanos Atlántico y Pacífico con la formación del istmo de Panamá hace 2,8 millones de años. Véase Aaron O'Dea *et al.*, «Formation of the Isthmus of Panama», *Science Advances,* vol. 2, n.º 8 (2016), e1600883. Steven M. Stanley, *Children of the Ice Age: How a Global Catastrophe Allowed Humans to Evolve,* Nueva York:

Crown, 1996.

[215] Se conocen ocho periodos de glaciación en los últimos tres cuartos de millón de años. EPICA community members, «Eight Glacial Cycles from an Antarctic Ice Core», *Nature,* 429 (2004), pp. 623-628.

[216] Isidro Toro-Moyano *et al.*, «The Oldest Human Fossil in Europe, from Orce (Spain)», *Journal of Human Evolution,* vol. 65, n.º 1 (2013), pp. 1-9. Eudald Carbonell *et al.*, «The First Hominin of Europe», *Nature,* 452 (2008), pp. 465-469. José María Bermúdez de Castro *et al.*, «A Hominid from the Lower Pleistocene of Atapuerca, Spain: Possible Ancestor to Neandertals and Modern Humans», *Science,* vol. 276, n.º 5.317 (1997), pp. 1.392-1.395.

[217] Leslie C. Aiello y Peter Wheeler, «The Expensive-Tissue Hypothesis: The Brain and the Digestive System in Human and Primate Evolution», *Current Anthropology,* vol. 36, n.º 2 (1995), pp. 199-221.

[218] Richard Wrangham, *Catching Fire: How Cooking Made Us Human,* Nueva York: Basic Books, 2009 [trad. cast.: *En llamas. Cómo la cocina nos hizo humanos,* Madrid: Capitán Swing, 2019]. El único problema de esta elegante hipótesis es la cronología. Las pruebas más antiguas del dominio del fuego tienen 1,5 millones de años, pero el aumento del cerebro es detectable en los registros fósiles desde hace al menos dos millones. O bien el fuego controlado es más antiguo de lo que actualmente tenemos constancia, o bien la cocción de los alimentos no puede explicar el aumento inicial del tamaño del cerebro en los primeros *Homo*. Aunque las pruebas paleontológicas y arqueológicas acaben respaldando esta última opción, es casi seguro que el dominio del fuego y la cocción de los alimentos sustentaron e incluso aceleraron el crecimiento del cerebro en el *Homo* del Pleistoceno.

[219] Véase Richard Wrangham y Rachel Carmody, «Human Adaptation to the Control of Fire», *Evolutionary Anthropology,* 19 (2010), pp. 187-199.

[220] Véase Dennis M. Bramble y David R. Carrier, «Running and Breathing in Mammals», *Science,* vol. 219, n.º 4.582 (1983), pp. 251-256. Robert R. Provine, «Laughter as an Approach to Vocal Evolution», *Psychonomic Bulletin* & *Review,* 23 (2017), pp. 238-244.

[221] Véase Morgan L. Gustison, Aliza le Rouz y Thore J. Bergman, «Derived Vocalizations of Geladas (*Theropithecus gelada*) and the Evolution of Vocal Complexity in Primates», *Philosophical Transactions of the Royal Society B,* vol. 367, n.º 1.597 (2012). Me pregunto hasta dónde llega esta relación entre vocalización y locomoción. Las aves, por ejemplo, tienen un repertorio vocal extraordinario. Y algunos animales acuáticos como las ballenas y los delfines, cuyos músculos pectorales flotan en el agua, poseen asimismo complejos sistemas de comunicación.

[222] Se ha constatado, por ejemplo, con niños chinos y estadounidenses, que los primeros pasos y las primeras palabras están correlacionados independientemente de la edad en la que se produzcan. Minxuan He, Eric A. Walle y Joseph J. Campos, «A Cross-

National Investigation of the Relationship Between Infant Walking and Language Development», *Infancy,* vol. 20, n.º 3 (2015), pp. 283-305.

[223] Véase Amélie Beaudet, «The Emergence of Language in the Hominin Lineage: Perspectives from Fossil Endocasts», *Frontiers in Human Neuroscience,* 11 (2017), p. 427. Dean Falk, «Interpreting Sulci on Hominin Endocasts: Old Hypotheses and New Findings», *Frontiers in Human Neuroscience,* 8 (2014), p. 134. Y no cabe duda de que era así en los primeros *Homo,* como evidencia KNM-ER 1470. Dean Falk, «Cerebral Cortices of East African Early Hominids», *Science,* vol. 221, n.º 4.615 (1983), pp. 1.072-1.074.

[224] Véase Ignacio Martínez *et al.*, «Auditory Capacities in Middle Pleistocene Humans from the Sierra de Atapuerca in Spain», *Proceedings of the National Academy of Sciences,* vol. 101, n.º 27 (2004), pp. 9.976-9.981. Ignacio Martínez *et al.*, «Communicative Capacities in Middle Pleistocene Humans from the Sierra de Atapuerca in Spain», *Quaternary International,* 295 (2013), pp. 94-101. Ignacio Martínez *et al.*, «Human Hyoid Bones from the Middle Pleistocene Site of the Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Spain)», *Journal of Human Evolution,* vol. 54, n.º 1 (2008), pp. 118-124. Johannes Krause *et al.*, «The Derived *FOXP2* Variant of Modern Humans Was Shared with Neandertals», *Current Biology,* vol. 17, n.º 21 (2007), pp. 1.908-1.912. Véase también Elizabeth G. Atkinson *et al.*, «No Evidence for Recent Selection of *FOXP2* Among Diverse Human Populations», *Cell,* vol. 174, n.º 6 (2018), pp. 1.424-1.435.

[225] Nick Ashton *et al.*, «Hominin Footprints from Early Pleistocene Deposits at Happisburgh, UK», *PLOS ONE,* vol. 9, n.º 2 (2014), e88329.

[226] Jérémy Duveau, Gilles Berillon, Christine Verna, Gilles Laisné y Dominique Cliquet, «The Composition of a Neandertal Social Group Revealed by the Hominin Footprints at Le Rozel (Normandy, France)», *Proceedings of the National Academy of Science's,* vol. 116, n.º 39 (2019), pp. 19.409-19.414.

[227] David Reich *et al.*, «Genetic History of an Archaic Hominin Group from Denisova Cave in Siberia», *Nature,* vol. 468, n.º 7.327 (2010), pp. 1.053-1.060. Fahu Chen *et al.*, «A Late Middle Pleistocene Denisovan Mandible from the Tibetan Plateau», *Nature,* 569 (2019), pp. 409-412.

09

Migración a la Tierra Media

«No todos los que vagan están perdidos».

J. R. R. Tolkien, *El Señor de los Anillos: La Comunidad del Anillo*, 1954[228]

Cada otoño, los aficionados a la contemplación del cambiante follaje acuden en masa al norte de Nueva Inglaterra para observar lo que ocurre cuando los rayos del sol pierden intensidad y los arces azucareros, abedules y robles dejan de producir clorofila. Las laderas se tiñen de intensos rojos, naranjas y amarillos a medida que los días se acortan y el aire se vuelve más fresco.

Applebrook Bed & Breakfast, en Jefferson, Nuevo Hampshire, ofrece una de las mejores vistas de la paleta de colores de la naturaleza. Jefferson se encuentra en la boca de un paso a través de las Montañas Blancas, con los montes Waumbek y Cabot al norte, y los montes Adams, Jefferson y Washington de la cordillera Presidencial al sur.

—Es difícil ir del oeste al este en el norte de Nueva Inglaterra —observó el arqueólogo Nathaniel Kitchel, del Dartmouth College, mientras nos dirigíamos en esa dirección por la Ruta 2 desde Vermont hacia Jefferson. Las cadenas montañosas de Vermont y Nuevo Hampshire forman una auténtica muralla de norte a sur, y los nevados pasos de este a oeste suelen estar cerrados durante meses en invierno y primavera.

Las escasas carreteras asfaltadas que unen el este con el oeste yacen sobre caminos de tierra que a su vez siguen el trazado de antiguos caminos ecuestres, senderos y pistas de caza hollados por primera vez por las pesadas patas de los

mamuts y mastodontes del Pleistoceno.

—Los primeros habitantes de esta zona sin duda debieron de seguir esta misma ruta —añadió Kitchel.

Los arqueólogos la denominan «paleo-ruta 2». Por aquí, hace 12.800 años, grupos humanos empezaron a desplazarse a tierras deshabitadas.

Por entonces, la llamada capa de hielo Laurentino, que en su día llegó a tener dos kilómetros de espesor, se había retirado ya, abriendo valles y depositando grandes rocas erráticas a su paso.[229] El deshielo creó miles de lagos, incluido uno de ochocientos metros de anchura en Jefferson, donde actualmente solo queda el apacible río Israel. Grandes manadas de caribúes compartían el paisaje con mamuts lanudos y castores del tamaño de sambernardos. Los arces, abedules y robles aún no se habían desplazado hacia el norte para cubrir las colinas de granito.

Una Nueva Inglaterra sin árboles era una escena inimaginable para cualquier estadounidense actual. Pero ya entonces, el lugar donde hoy se encuentra Applewood Bed & Breakfast era el que tenía las mejores vistas.

Kitchel y yo nos dirigimos hasta allí un frío día de diciembre. El cielo, de un azul intenso, estaba salpicado de algún que otro cirro. A mediodía, el sol invernal estaba tan bajo que parecía más tarde de lo que era. Las cimas de las montañas estaban cubiertas de hielo y nieve. Era una buena época del año para imaginar la escena fría y desarbolada del periodo del Pleistoceno tardío conocido como Dryas Reciente, que fue cuando los humanos llegaron aquí por primera vez. Las colinas parecían desnudas. Si entornaba los ojos, podía llegar a imaginar que no había ningún árbol en absoluto. El campo de golf que aparecía en primer plano ayudaba.

En 1995, una tormenta derribó un árbol situado en la parte de atrás de Applewood. Aunque no se trata de un suceso inusual ni mucho menos, como me recordó Kitchel, «los arqueólogos siempre miran al suelo». Paul Bock, residente local y arqueólogo aficionado, examinó la base del árbol desarraigado y descubrió una herramienta de piedra. Era una punta estriada, un tipo específico de herramienta fabricada por algunos de los primeros pobladores de América. Dick Boisvert, arqueólogo de la Oficina Estatal de Nuevo Hampshire, excavó la zona con varios equipos de estudiantes durante dos décadas y encontró pruebas de que, desde hace poco menos de trece mil años, los humanos acamparon allí habitualmente.

Desde esta posición privilegiada en Jefferson, sin árboles que obstaculizaran la visión, los primeros habitantes de la zona podían ver directamente toda la extensión del valle y divisar las manadas de caribúes, a un lobo gigante

merodeando o el humo de las hogueras de sus vecinos. A veces pasaban otros humanos por allí, pero no representaban una amenaza: abundaba la comida (caribúes, espadañas, tubérculos de *Sagittaria*…) y no había necesidad de hostilidades, ni existen pruebas arqueológicas de que las hubiera. Hacía frío, pero eran descendientes de poblaciones que habían emigrado de Siberia a América unos miles de años antes, y sabían cómo sobrevivir en aquel clima. Habían inventado las agujas de hueso y podían confeccionar ropa de abrigo y calzado impermeable con las pieles de los animales que cazaban.

A los estadounidenses Nueva Inglaterra nos evoca cosas tales como el sirope de arce o su característico follaje otoñal, pero no precisamente la arqueología. Sin embargo, eso no disuade en absoluto a Kitchel, que creció en el norte de Vermont.

—En muchos aspectos —me dijo—, las primeras personas que pisaron Nueva Inglaterra representan la última oleada de la colonización humana pedestre de tierras deshabitadas, la culminación de un proceso que se había iniciado en África varios milenios antes.

Y tiene razón. Pero para entender cómo los humanos llegaron finalmente a lugares como Jefferson, debemos retroceder al continente africano hace trescientos mil años.

Los relatos simplistas que identifican el momento y el lugar concretos del origen de nuestra especie resultan tan seductores como erróneos. En 2019, por ejemplo, un estudio publicado en una revista cuyo nivel de exigencia podría muy bien ser más alto declaró audazmente que todos los humanos modernos se originaron en el extremo norte de Botsuana, en África Meridional. Tales afirmaciones ignoran un hecho obvio: los humanos nos desplazamos de un lado a otro, y lo hemos hecho siempre.[230]

El registro fósil más antiguo de *Homo sapiens* demuestra esta realidad. Los tres cráneos fósiles más antiguos de nuestra especie descubiertos hasta la fecha se han hallado en Marruecos, Sudáfrica y Etiopía, las esquinas geográficas del enorme triángulo que forma el continente africano. No evolucionamos en un lugar concreto y en un momento preciso. Lejos de ello, nuestra especie evolucionó gradualmente a medida que las poblaciones de homininos se desplazaban por África e intercambiaban sus genes, algunos de ellos favorables para la supervivencia.

Diversos estudios recientes que han examinado genomas enteros de humanos, tanto del pasado como del presente, sitúan esta evolución panafricana de la especie *Homo sapiens* entre hace 260.000 y 350.000 años.[231] Eso no significa que

el origen de nuestra especie se produjera en un momento concreto situado entre ambas fechas. Antes bien, esta evolucionó de forma gradual a lo largo de todo ese periodo mientras recorríamos a pie todo el continente.

El yacimiento de Olorgesailie, en Kenia, nos ayuda a entender lo que ocurrió. Fue allí donde me inicié como estudiante de Paleoantropología en 2005. Los páramos situados a la sombra del monte Olorgesailie exhiben franjas alternas de sedimentos lacustres, antiguos suelos y estratos de ceniza volcánica. En las áridas laderas, la erosión hace aflorar fósiles de elefantes y rinocerontes ancestrales y de babuinos extintos del tamaño de pequeños gorilas. Por dondequiera que uno mire aparecen herramientas de piedra. Está claro que aquí hubo antepasados nuestros, pero, curiosamente, de los más de setenta mil fósiles recogidos en Olorgesailie, solo dos —un fragmento de cráneo y una mandíbula— son de homininos. En Olorgesailie vivieron primitivos humanos, pero no murieron allí.

En 2018, tras varias décadas trabajando en este yacimiento, Alison Brooks y Rick Potts, dos científicos del Instituto Smithsoniano, descubrieron una serie de herramientas líticas de obsidiana enterradas en sedimentos de trescientos mil años de antigüedad.[232] La obsidiana no procedía de las inmediaciones: su composición química coincidía con la de las rocas de unas canteras situadas a casi cien kilómetros de allí. También hallaron piedras negras ricas en manganeso y otras de color rojizo ricas en hierro que probablemente se trituraban hasta convertirlas en polvo, se mezclaban con grasa y se utilizaban como pintura corporal.

En Olorgesailie, en el amanecer de *Homo sapiens*, nuestros antepasados ya pensaban de forma simbólica e intercambiaban ideas y bienes a través de grandes distancias. Somos exploradores. Somos viajeros. Somos caminantes. Y nuestros caminos nos llevaron a nuevas tierras.

En 2019, Katerina Harvati, de la Universidad de Tubinga, anunció el descubrimiento de dos fósiles en una cueva de Grecia.[233] El primero de ellos, un cráneo de neandertal de 170.000 años de antigüedad, coincidía con lo que se esperaba encontrar allí. Pero no el segundo: Harvati descubrió la parte posterior de un cráneo de 210.000 años con la forma exacta del de un *Homo sapiens*. Un año antes, otros científicos habían anunciado el hallazgo de una mandíbula superior de *Homo sapiens* de 190.000 años de antigüedad descubierta por unos estudiantes en su primera excavación arqueológica en una cueva cercana al monte Carmelo, en Israel.

Parece, pues, que nuestra especie se extendió por Oriente Próximo y por Eurasia antes de lo que se creía, quizá solo para verse rechazada por los ocupantes de aquellas tierras, los neandertales. Es probable que esto sucediera

una y otra vez en un proceso dinámico que ningún mapa estático lleno de flechas puede reflejar. Sin embargo, hace unos setenta mil años el dique se rompió finalmente y *Homo sapiens* inundó Europa y Asia.

Gracias al ADN milagrosamente conservado y meticulosamente secuenciado por Svante Pääbo, científico del Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva de Leipzig, hoy sabemos que *Homo sapiens* se cruzó con los neandertales y denisovanos, incorporando su acervo génico al nuestro. En nuestro ADN aún se pueden encontrar rastros de estas poblaciones extintas.[234]

Nos desplazamos en dirección sureste todo lo lejos que pudimos, llegando hasta los mismos confines del archipiélago indonesio, donde contemplamos la vasta extensión de agua que se extendía ante nuestros ojos tal como hicieron antes nuestros antepasados *Homo erectus*. Puede que incluso viéramos elevarse delgados filamentos de humo en el horizonte, resultado de los incendios forestales que se producían a lo lejos. Tal vez nos preguntáramos si habría gente como nosotros allí. En lugar de dar la vuelta, algunos construimos barcos y nos adentramos en lo desconocido.

Hace 65.000 años ya habíamos llegado al continente australiano.[235] Hace 20.000 ya nos habíamos abierto paso hasta su región suroriental, donde dejamos decenas de huellas en sedimentos fangosos en torno a los lagos Willandra.[236]

Otros de nosotros caminamos hacia el norte. Provistos de ropa de abrigo e impermeable, y gracias al dominio del fuego, hollamos la nieve y el hielo, atravesamos la tundra ártica y nos establecimos en una gran franja de tierra que entonces conectaba Asia con Norteamérica. Estas poblaciones prosperaron y con el tiempo se extendieron hacia el este, hasta llegar al continente americano.

Pero atravesar esos paisajes salvajes y gélidos sin duda requirió una importante innovación tecnológica: el calzado.

En la región estadounidense del Pacífico Noroeste, una serie de volcanes activos, como los montes Rainier, Santa Helena y Hood, se elevan entre los tres mil y los cuatro mil metros sobre el nivel del mar. Su hermano, el monte Mazama, que antaño alcanzaba los 3.700 metros de altitud, dominó el paisaje del sur de Oregón hasta hace 7.700 años, cuando entró en erupción de forma tan violenta que su parte superior se hundió, creando una caldera de más de 1.000 metros de profundidad y 10 kilómetros de ancho que se fue llenando poco a poco con la lluvia y el deshielo de los glaciares. Hoy es el lago más profundo y de aguas más claras y limpias de Estados Unidos, conocido por la tribu local de los klamaths como Giiwas y por el Servicio de Parques Nacionales estadounidense como lago del Cráter.

A solo ochenta kilómetros al noreste se encuentra Fort Rock, una cueva con una historia largamente documentada de ocupación por parte de los primeros pobladores de América. En 1938, el antropólogo Luther Cressman (casado durante un tiempo con Margaret Mead) estuvo excavando en Fort Rock. Bajo una gruesa capa de ceniza volcánica depositada por la erupción del Mazama, hizo un descubrimiento extraordinario: los restos de setenta y cinco sandalias. Estaban hechas de corteza de artemisa, pelada y trenzada en un patrón similar al de una cesta de mimbre plana. Para calzarse, se deslizaba la punta del pie en la sandalia, que tenía unas correas que sujetaban la parte trasera.

La datación por carbono, una técnica que se puede utilizar en materiales orgánicos de menos de cincuenta mil años de antigüedad, reveló que las sandalias se confeccionaron hace unos nueve mil.

Las sandalias de la cueva de Fort Rock constituyen el calzado más antiguo descubierto hasta la fecha, pero los materiales perecederos como la corteza de artemisa rara vez se conservan en los registros arqueológicos. Los humanos ya llevaban calzado mucho antes de que el monte Mazama entrara en erupción. Para averiguar cuándo empezaron a calzarse nuestros ancestros, debemos buscar otro tipo de indicios.[237]

Erik Trinkaus, de la Universidad de Washington en San Luis, es un experto en la evolución humana del Pleistoceno tardío, especializado sobre todo en el último cuarto de millón de años de la historia de nuestro linaje.[238] En 2005 descubrió que antaño los humanos tenían los huesos de los dedos de los pies más gruesos que ahora. La explicación que da al hecho de que nuestros dedos se hicieran más finos y débiles es justamente que empezamos a llevar calzado: una vez que nos cubrimos los pies para protegerlos, el grosor de los huesos de los dedos al alcanzar la edad adulta comenzó a reducirse gradualmente.

El yacimiento fósil más antiguo que conserva un esqueleto humano con los dedos de los pies visiblemente poco desarrollados es la cueva de Tianyuan, situada a las afueras de Pekín. Tiene cuarenta mil años.

En Sunghir, un yacimiento de 34.000 años de antigüedad situado a unos 160 kilómetros al este de Moscú, también se han descubierto huesos de pies que denotan el uso habitual de calzado. Allí los científicos han encontrado varios esqueletos enterrados de forma deliberada y decorados con miles de cuentas de marfil de mamut. El enterramiento se encuentra a cincuenta y seis grados de latitud norte, a la misma altura de Suecia, Alaska y la bahía de Hudson, en Canadá, todos ellos lugares muy fríos donde sería esencial llevar calzado para evitar congelaciones.

Hace trece mil años, varios descendientes de las gentes que cruzaron el

puente terrestre que unía Asia con Norteamérica caminaron por la costa de la isla Calvert, en la provincia canadiense de la Columbia Británica, dejando un conjunto de veintinueve huellas a su paso.[239] Algunos de aquellos primeros pobladores de América continuaron hacia el sur, y hace más de doce mil años llegaron al actual Chile. Más o menos en la misma época, otros caminaron hacia el este calzados con mocasines, llegaron hasta lo que hoy es Nueva Inglaterra y allí alguien perdió o desechó una punta estriada en una cresta que dominaba un hermoso valle en la actual Jefferson, en Nuevo Hampshire.

Desde hace setenta mil años hasta aproximadamente diez mil, los *Homo sapiens* caminamos y caminamos hasta poblar el globo. En el trayecto, sin embargo, descubrimos que no estábamos solos.

En 2003, un equipo de científicos australianos e indonesios excavaba en una cueva llamada Liang Bua, ubicada en la isla de Flores, en la región oriental de Indonesia. Llevaban años encontrando herramientas de piedra que —suponían— habían sido fabricadas por *Homo sapiens*. Al fin y al cabo, se hallaban al este de la línea de Wallace y los sedimentos solo tenían unos cincuenta mil años de antigüedad.

La mañana del 2 de septiembre, Benyamin Tarus descendió casi seis metros por un pozo para reanudar su excavación estrato por estrato, continuando el trabajo que había iniciado su padre treinta años antes.[240] Al excavar a través de una capa de arcilla, dejó al descubierto la parte superior de un cráneo. Los arqueólogos indonesios Wahyu Saptomo y Rokus Due Awe lo identificaron como humano, pero, dado su pequeño tamaño, coincidieron en que debía de tratarse de los restos parciales de un niño.

Cuando quitaron la arcilla y la suciedad que cubría los dientes, se quedaron perplejos: las muelas del juicio ya habían salido, y además estaban desgastadas. No había duda de que el cráneo pertenecía a un adulto hecho y derecho, pero con un cerebro apenas mayor que el de un chimpancé.

Continuaron excavando. Al seguir desprendiendo el sedimento capa por capa, descubrieron el esqueleto parcial de un individuo de no más de un metro de estatura. Los huesos de sus brazos y de sus piernas tenían casi el mismo tamaño que los de Lucy, pero su especie, *Australopithecus afarensis*, había vivido en África más de tres millones de años antes.

Pronto se encontraron más huesos: los restos de unos diminutos individuos (se calculó que debían de ser unos once) que habían muerto en la cueva hace solo cincuenta mil años. Los investigadores declararon que se trataba de una nueva especie, que bautizaron como *Homo floresiensis*. Los medios de comunicación le

dieron el apodo de «Hobbit».[241]

La comunidad paleoantropológica se quedó estupefacta. Algunos rechazaron de plano la posibilidad de que se tratara de una nueva especie, alegando que la peculiaridad de aquellos restos era consecuencia de enfermedades o defectos congénitos. Otros postularon que *Homo floresiensis* era solo una versión enana de *Homo erectus*.

Es habitual que en las islas ocurran cosas curiosas. En términos generales, las cosas grandes se empequeñecen y las pequeñas se engrandecen. En otro tiempo Flores dio cobijo a ratas de medio metro, cigüeñas de dos metros y elefantes del tamaño de ponis; aún hoy, alberga al mayor lagarto del mundo, el dragón de Komodo. De modo que es posible que la propia Flores creara a los llamados *hobbits*. Tal vez la selección natural favoreció la supervivencia de individuos más pequeños, dado que estaban atrapados en una isla con recursos limitados. Puede que la endogamia debida al aislamiento genético fuera un factor determinante que convirtió a una población ancestral de *Homo erectus* en una especie relicta que vivió hasta una época bastante reciente.

Para otros estudiosos, en cambio, estos fósiles invitan a imaginar una historia aún más extraordinaria.

Homo floresiensis tenía un cerebro más pequeño que el de *Homo erectus*. De hecho, su tamaño estaba dentro del rango del de los australopitecos. También tenía la misma estatura que estos últimos, y sus extremidades exhibían las mismas proporciones. Su pelvis tenía también la misma forma que la de los australopitecos, y compartía asimismo con ellos los rasgos anatómicos de los pies y de las manos.[242] Quizá los primeros homininos que se propagaron fuera de África no fueran miembros de nuestro propio género *Homo*, sino nuestros predecesores.

Cuando los estudiosos chinos que excavan en el yacimiento de herramientas líticas de Shangchen, de 2,1 millones de años de antigüedad, encuentren huesos, quizá también ellos se tropiecen con homininos de cerebro pequeño, piernas cortas y pies grandes como los que encontró Tarus en la cueva de Liang Bua. Quizá nos hayamos apresurado al creer que para salir de África hacían falta las largas piernas del género *Homo*. Al fin y al cabo, el área de distribución del paticorto australopiteco se extendía más de tres mil kilómetros hacia el este, desde el Chad hasta Etiopía, y unos seis mil hacia el sur, desde allí hasta Sudáfrica.

La distancia a pie de Etiopía a las cuevas de la Cuna de la Humanidad, en Sudáfrica, es aproximadamente la misma que la separa del Cáucaso, en Asia. Sin duda, desarrollar largas piernas proporcionó a *Homo erectus* una ventaja

energética en su expansión por el globo, pero *Homo floresiensis* podría estar diciéndonos que fueron los australopitecos, con sus piernas cortas, quienes primero hicieron ese viaje.

De ser así, puede que los *hobbits* no fueran los únicos descendientes de aquellos primeros exploradores.

En 2019, un grupo de científicos que trabajaban en una cueva en la isla filipina de Luzón descubrieron otro diminuto hominino que sobrevivió hasta una época relativamente reciente. Hasta ahora solo se han descubierto trece fósiles —unos pocos dientes, un fémur y varios huesos de pies y manos—, pero sus formas difieren de todo lo conocido hasta ahora por la ciencia, incluidos los propios *hobbits* de Flores.

Los descubridores lo clasificaron como una nueva especie: *Homo luzonensis*. También esta vivía todavía hace solo unos cincuenta mil años. Sin embargo, las herramientas de piedra halladas tanto en Flores como en Luzón indican que hubo homininos viviendo en las islas durante cerca de un millón de años. Solo podemos imaginar lo que pensarían los primeros *Homo sapiens* que llegaron a Filipinas e Indonesia de aquellos diminutos homininos bípedos de pequeño cerebro.[243]

Mientras *Homo sapiens* evolucionaba en África, los neandertales cazaban en Europa, los denisovanos fabricaban herramientas en Asia continental y al menos dos especies de homininos de cuerpo menudo habitaban las islas del sureste asiático. Parece, pues, que el mundo no se asemejaba en nada a la Tierra Media de Tolkien.

Y, sin embargo, la historia de la evolución humana estaba a punto de dar otro sorprendente giro.

—¿Y bien? —me preguntó Lee Berger cuando salí de una cámara acorazada del sótano de la Universidad del Witwatersrand en enero de 2014.

Había pasado allí abajo todo el día, con más fósiles de homininos de los que esperaba ver en toda una vida. No había ventanas, y había perdido la noción del tiempo. Tampoco había comido. Tenía los ojos cansados e hinchados de mirar huesos durante horas. Pero aún pude ver la sonrisa de oreja a oreja que se dibujó en el rostro de Berger.

—Creo que es mejor *Homo habilis* que el propio *Homo habilis* —dije.

Lee soltó una carcajada.

—¿No es genial?

—¡Alucinante!

Esa fue la única palabra que se me ocurrió, pero aún me quedé corto.

Cinco meses antes, estaba trabajando en mi despacho de la Universidad de Boston cuando un *ding* harto familiar me anunció la llegada de un nuevo correo electrónico. Era de Berger. El asunto decía: «Mira esto», y había un archivo adjunto. Estaba pensando si debía o no romper mi norma de borrar sistemáticamente todos los correos con fotos adjuntas que me invitaban a «mirar esto» cuando sonó el teléfono.

—Jeremy, ¿lo has visto? —me preguntó Berger—. ¿Qué te parece?

—¿Eh?… Espera un segundo.

Me apresuré a coger el ratón y cliqué el archivo, que resultó ser la foto de un esqueleto parcial: una mandíbula, algunos dientes sueltos, la parte lateral de un cráneo, un fémur, un hombro y un puñado de diáfisis de brazos y piernas. No estaban incrustados en roca ni enterrados. Simplemente yacían en el suelo de una cueva. Así es como Hollywood cree que encontramos los fósiles, no como solemos encontrarlos.

—¿Qué te parece? —me preguntó de nuevo Berger.

—Solo un segundo.

Necesitaba algo más de tiempo. Mi primer pensamiento fue que podría tratarse de un espeleólogo muerto. ¿Deberíamos llamar a la policía? Pero no. ¡Mira esos dientes! Ningún humano tiene una muela del juicio tan grande. Solo los primitivos homininos tenían dientes así.

—¡Madre mía, Lee!

—¡¿Verdad?! —exclamó, soltando otra de sus joviales risotadas.

Berger tenía prisa por compartir la noticia con otros colegas, así que nuestra conversación fue breve. Me quedé mirando la pantalla del ordenador mientras lo asimilaba: a más de doce mil kilómetros de distancia, un esqueleto parcial de hominino yacía vulnerable y expuesto en una cueva.

El 13 de septiembre de 2013, los espeleólogos aficionados Rick Hunter y Steve Tucker exploraban el sistema de cuevas conocido como Rising Star. Aunque se encuentra a menos de un kilómetro y medio de las cuevas de Swartkrans y Sterkfontein, en la Cuna de la Humanidad, famosas por sus fósiles de homininos, nunca se habían encontrado dichos fósiles allí. Hunter y Tucker se colaron por una estrecha grieta, descendieron por un conducto vertical y fueron a parar a una cámara.

Estaba llena de huesos por todas partes.

Cuando Berger se enteró, empezó a planear una expedición para recuperar los fósiles.[244] Esta vez el trabajo requeriría a personas dotadas de una serie de atributos inusuales. Necesitarían tener experiencia previa en excavaciones, conocimientos de espeleología y de anatomía comparada, por supuesto, pero

también tendrían que ser lo bastante delgados para colarse por los corredores de Rising Star, que en sus zonas más estrechas apenas superan los veinte centímetros de anchura. Desde luego, que no contaran conmigo.

La solución de Berger fue enviar este mensaje a la comunidad científica a través de Facebook:

> *Necesitamos puede que tres o cuatro personas con excelentes habilidades arqueológicas/paleontológicas y de excavación para un proyecto a corto plazo que podría empezar ya el 1 de noviembre de 2013 y durar el mes entero si toda la logística va según lo previsto. Esta es la única pega: la persona tiene que ser delgada y preferiblemente menuda; no puede tener claustrofobia, ha de estar en forma y debe tener cierta experiencia en espeleología; la experiencia en escalada sería una ventaja añadida.*

El mensaje se hizo viral y Berger no tardó en formar su equipo. Se seleccionó a seis mujeres: Marina Elliott, Elen Feuerriegel, Alia Gurtov, Lindsay Hunter, Hannah Morris y Becca Peixotto. Apodadas las «astronautas subterráneas», se les pidió que recuperaran lo que se creía que era un esqueleto parcial de hominino de la cámara de la cueva. Pero lo que encontraron fue muchísimo más que eso.

El equipo de mujeres recuperó más de mil quinientos fósiles de homininos de más de una docena de individuos distintos, en el que constituyó el mayor descubrimiento de fósiles de homininos realizado hasta la fecha en un yacimiento africano. Dos meses después, yo me encontraba en Johannesburgo para ayudar a averiguar qué era lo que se había sacado de las profundidades de aquella cueva.

Los cráneos eran pequeños, con un volumen cerebral comparable al de *Homo habilis*. También tenían dientes relativamente pequeños, pero, al igual que en los australopitecos y en los primeros *Homo*, la muela del juicio era el mayor de los molares. Tenían los hombros encogidos como los de Lucy, aunque los brazos eran más cortos que los suyos. Los huesos de las manos eran bastante similares a los humanos, salvo por el hecho de que tenían los dedos curvados. La pelvis y las caderas se parecían a las de Lucy. Las piernas eran largas como las de *Homo*, pero tenían articulaciones relativamente pequeñas. Los pies se parecían mucho a los nuestros, si bien eran muy planos en comparación con los humanos modernos, y tenían los dedos curvados como los de las manos.

En conjunto, esta especie parecía más humana que los australopitecos, pero menos que *Homo erectus*.

Esto la convertía en candidata a incorporarse a nuestro linaje, quizá como eslabón entre *Australopithecus* y *Homo erectus*. Pero ¿de verdad lo era? *Homo*

habilis ya había reclamado antes ese papel. Dada su combinación de rasgos anatómicos, yo esperaba que los nuevos fósiles tuvieran unos dos millones de años.

Sin embargo, había algo irritante en los huesos en cuestión. Los fósiles pueden llegar a pesar como piedras, pero aquellos huesos pesaban poco. Algunos de los fósiles hallados en cuevas sudafricanas resultaban ligeros al tacto porque la acidez de las aguas subterráneas los había descalcificado de forma natural. Y supuse que en Rising Star había ocurrido lo mismo.

Tras un año de estudio por parte de un equipo internacional de cuarenta y siete científicos, en septiembre de 2015 anunciamos al mundo que aquellos fósiles representaban una especie completamente nueva de nuestro propio género. Le dimos el nombre de *Homo naledi*.[245]

Pasó otro año antes de que nuestro equipo de geólogos averiguara cuándo había vivido *Homo naledi*. Para ello, el equipo utilizó dos métodos distintos. En primer lugar, se analizó la tasa de desintegración radiactiva de la piedra caliza circundante para determinar cuánto tiempo hacía que los huesos se habían precipitado en la cámara. Además, se dataron trozos de esmalte extraídos de los dientes mediante resonancia de espín electrónico. Esta técnica hace un recuento de los electrones que han sido alcanzados por partículas radiactivas y han quedado atrapados en la estructura cristalina. Cuanto más tiempo lleva enterrado un objeto, mayor es el número de electrones atrapados.

Los resultados de las dos pruebas se revelaron tan coherentes como impactantes.

Los huesos solo tienen 260.000 años. En otras palabras, *Homo naledi* vivió en la misma época que los primeros miembros de nuestra especie. Por eso los fósiles eran tan ligeros al tacto: no habían estado en la cueva el tiempo suficiente para petrificarse.[246]

Hace apenas un abrir y cerrar de ojos en términos de tiempo geológico, los primeros humanos compartieron el planeta con los *Homo naledi*, los neandertales, los denisovanos y los *hobbits* isleños. Y no cabe duda de que se encontraron y, en algunos casos, se cruzaron.

Todos ellos caminaban sobre dos piernas, por supuesto, pero lo hacían de forma algo distinta unos de otros.

Con sus piernas cortas y sus largos pies, *Homo floresiensis* caminaba como lo hacemos nosotros cuando llevamos raquetas de nieve: elevando las rodillas y con pasos cortos. Tenía que levantar las piernas para no dar traspiés, y puede que le costara correr.

De *Homo luzonensis* no sabemos mucho, pero un único hueso fósil de un pie

indica que tenía mayor movilidad en la parte media de este de la que tenemos nosotros. Esto habría afectado a su capacidad para darse impulso, obligándole a desplazarse como si llevara pantuflas. En cambio, le habría hecho mejor trepador que nosotros en caso de que hubiera necesitado encaramarse a los árboles para buscar alimento o refugio.

No sabemos casi nada acerca de cómo caminaban los denisovanos porque aún no tenemos suficientes huesos de ellos. Pero los neandertales son otra historia. Sus piernas y sus pies eran casi idénticos a los nuestros, aunque una serie de diferencias sutiles indican que estaban bien adaptados para emprender carreras cortas y realizar movimientos laterales en terreno accidentado.

¿Y qué hay de *Homo naledi*? Sus huesos sugieren que caminaban de forma muy similar a los humanos, pero, dado que tenían los pies planos y carecían de grandes articulaciones capaces de disipar las fuerzas de impacto, no habrían tenido nuestra resistencia. Y, como resultado, sus áreas vitales habrían sido bastante reducidas.

Hace tan solo cincuenta mil años caminaban por la Tierra diversas especies de homininos, que interactuaban con sus entornos de formas ligeramente distintas. Pero la era de la Tierra Media no perduró.

Pronto quedamos solo nosotros.

No sabemos por qué hoy somos el único hominino que camina erguido. Lo que sabemos es que no eliminamos a los neandertales ni a los denisovanos; tuvimos hijos con ellos y los incorporamos a nuestro acervo génico. Pero la suerte que corrieron *Homo naledi* y los *hobbits* isleños sigue siendo un misterio.[247]

---

[228] Del poema «All That Is Gold Does Not Glitter» (No todo el oro reluce), en J. R. R. Tolkien, *Lord of the Rings: The Fellowship of the Ring,* Londres: George Allen & Unwin, 1954 [trad. cast.: *El Señor de los Anillos: La Comunidad del Anillo,* Barcelona: Planeta, 2022].

[229] Aunque en la cima de la montaña el hielo debió de ser escaso, puesto que las rocas no están erosionadas.

[230] Eva K. F. Chan *et al.*, «Human Origins in a Southern African Palaeo-Wetland and First Migrations», *Nature,* 575 (2019), pp. 185-189.

[231] Carina M. Schlebusch *et al.*, «Southern African Ancient Genomes Estimate Modern Human Divergence to 350,000 to 260,000 Years Ago», *Science,* vol. 358, n.º 6.363 (2017), pp. 652-655.

[232] Alison S. Brooks *et al.*, «Long-Distance Stone Transport and Pigment Use in the Earliest Middle Stone Age», *Science,* vol. 360, n.º 6.384 (2018), pp. 90-94.

[233] Katerina Harvati *et al.*, «Apidima Cave Fossils Provide Earliest Evidence of *Homo*

sapiens in Eurasia», *Nature,* 571 (2019), pp. 500-504. Israel Hershkovitz *et al.*, «The Earliest Modern Humans Outside Africa», *Science,* vol. 359, n.º 6.374 (2018), pp. 456-459.

[234] Richard E. Green *et al.*, «Analysis of One Million Base Pairs of Neanderthal DNA», *Nature,* 444 (2006), pp. 330-336. Lu Chen, Aaron B. Wolf, Wenqing Fu, Liming Li y Joshua M. Akey, «Identifying and Interpreting Apparent Neanderthal Ancestry in African Individuals», *Cell,* vol. 180, n.º 4 (2020), pp. 677-687.

[235] Chris Clarkson *et al.*, «Human Occupation of Northern Australia by 65,000 Years Ago», *Nature,* 547 (2017), pp. 306-310.

[236] Steve Webb, Matthew L. Cupper y Richard Robbins, «Pleistocene Human Footprints from the Willandra Lakes, Southeastern Australia», *Journal of Human Evolution*, vol. 50, n.º 4 (2006), pp. 405-413.

[237] Véase la mención que aparece en Janna T. Kuttruff, S. Gail DeHart y Michael J. O'Brien, «7500 Years of Prehistoric Footwear from Arnold Research Cave», *Science,* vol. 281, n.º 5.373 (1998), pp. 72-75.

[238] Erik Trinkaus, «Anatomical Evidence for the Antiquity of Human Footwear Use», *Journal of Archaeological Science,* vol. 32, n.º 10 (2005), pp. 1.515-1.526. Erik Trinkaus y Hong Shang, «Anatomical Evidence for the Antiquity of Human Footwear: Tianyuan and Sunghir», *Journal of Archaeological Science,* vol. 35, n.º 7 (2008), pp. 1.928-1.933.

[239] Duncan McLaren *et al.*, «Terminal Pleistocene Epoch Human Footprints from the Pacific Coast of Canada», *PLOS ONE*, vol. 13, n.º 3 (2018), e0193522. Karen Moreno *et al.*, «A Late Pleistocene Human Footprint from the Pilauco Archaeological Site, Northern Patagonia, Chile», *PLOS ONE*, vol. 14, n.º 4 (2019), e 0213572.

[240] Parte de esta información procede de Paige Madison, «Floresiensis Family: Legacy & Discovery at Liang Bua», 26 de abril de 2018, https://fossilhistory.wordpress.com/2018/04/26/lunch-liang-bua [tinyurl.com/yck864k3].

[241] Peter Brown *et al.*, «A New Small-Bodied Hominin from the Late Pleistocene of Flores, Indonesia», *Nature,* 431 (2004), pp. 1.055-1.061.

[242] William L. Jungers *et al.*, «The Foot of *Homo floresiensis*», *Nature,* 459 (2009), pp. 81-84.

[243] Florent Détroit *et al.*, «A New Species of *Homo* from the Late Pleistocene of the Philippines», *Nature,* 568 (2019), pp. 181-186.

[244] Los detalles se especifican en Lee Berger y John Hawks, *Almost Human: The Astonishing Tale of* Homo naledi *and the Discovery That Changed Our Human Story*, Washington D. C.: National Geographic, 2017.

[245] Lee R. Berger *et al.*, «*Homo naledi,* a New Species of the Genus *Homo* from the Dinaledi Chamber, South Africa», *eLife,* 4 (2015), e09560. Se han encontrado fósiles de *Homo naledi* en una segunda cámara del sistema de cuevas Rising Star: John Hawks *et al.*, «New Fossil Remains of *Homo naledi* from the Lesedi Chamber, South Africa», *eLife*, 6 (2017), e24232. Como se hizo en su día con los fósiles de *Australopithecus sediba* de la

cueva sudafricana de Malapa, se han realizado escáneres de superficie de un gran número de fósiles de *Homo naledi*, y hay modelos digitales de ellos disponibles en www.morphosource.org.

[246] Paul H. G. M. Dirks *et al.*, «The Age of *Homo naledi* and Associated Sediments in the Rising Star Cave, South Africa», *eLife*, 6 (2017), e24231.

[247] Ian Tattersall atribuye la supervivencia de *Homo sapiens* frente a otros homininos a nuestro comportamiento simbólico. Véase Ian Tattersall, *Masters of the Planet*, Nueva York: Palgrave Macmillan, 2012 [trad. cast.: *Los señores de la Tierra. La búsqueda de nuestros orígenes humanos*, Barcelona: Pasado y Presente, 2012]. Por su parte, Pat Shipman postula que la domesticación del perro dio ventaja a los humanos, en particular sobre los neandertales. Véase Pat Shipman, *The Invaders: How Humans and Their Dogs Drove Neanderthals to Extinction*, Cambridge (Massachusetts): Belknap Press of Harvard University Press, 2015.

PARTE III

El camino de la vida

Cómo la marcha erguida ha moldeado lo que somos desde nuestros primeros pasos hasta los últimos

«A pie y con el corazón alegre salgo al camino abierto, saludable, libre, el mundo se abre ante mí, y ese largo camino pardo ante mí me lleva adonde yo quiera»

WALT WHITMAN, «Canto del camino abierto», 1860[248]

[248] Walt Whitman, «Song of the Open Road», en *Leaves of Grass*, 1855-1892 [trad. cast.: *Hojas de hierba*, con varias eds. disponibles].

10

Pasitos de bebé

«Un viaje de mil leguas comienza con un solo paso».

LAOZI, *El libro del Tao,* siglo VI a. C.

A mediados del siglo XIX, el artista francés Jean-François Millet realizó varios dibujos al carboncillo y pastel de una niña aprendiendo a andar. Los tituló *Les premiers pas*, «Los primeros pasos». Más tarde, en 1889, el maestro neerlandés Vincent van Gogh, internado voluntariamente en un sanatorio mental en la población francesa de Saint-Rémy, trazó minuciosamente una cuadrícula uniforme en la fotografía de uno de los dibujos y a partir de ahí empezó a pintar su propia versión en un lienzo en blanco.

La hierba ondulante y el denso follaje de los árboles en volutas dotan a esta obra del reconocible paisaje onírico característico de los cuadros de Van Gogh. El granjero viste de azul, salvo por el sombrero y los zapatos, que son de color marrón. A su derecha hay una pala tirada en el suelo y a su izquierda, una carretilla con heno. No vemos sus ojos, pero es evidente que mira a su hija. Tiene las manos abiertas, los brazos completamente extendidos, y casi le oigo decir: «¡Vamos, camina hacia papá!». La mujer del granjero también viste de azul. Está encorvada, y sostiene a su hija mientras la pequeña se inclina hacia delante para dar sus preciosos primeros pasos. La niña exhibe una sonrisa traviesa, acompañada de un brillo en los ojos. Me la imagino riendo nerviosamente mientras empieza a andar.

Cuando Vincent terminó el cuadro, en enero de 1890, se lo envió a su hermano Theo, cuya esposa, Johanna, estaba esperando su primer hijo. Fue un atento regalo de un genio afligido que seis meses después se quitaría la vida.

Este cuadro, actualmente expuesto en el Museo Metropolitano de Arte de Nueva York, nos conmueve a todos porque capta una escena que, desde hace milenios, se desarrolla de manera cotidiana en todas las culturas del mundo. La ubicuidad de la escena, sin embargo, no disminuye en nada la alegría que produce ni la trascendencia que reviste ese momento para quienes cuidan de los pequeños.

Pero ¿cómo aprenden a andar los niños y por qué tardan tanto en descubrir cómo hacerlo?

Tras una larga gestación, hay un bebé a punto de nacer. La hembra da a luz —a veces durante días— rodeada de sus parientes femeninas, que le prestan su apoyo. La parturienta se pone en cuclillas o de rodillas, utilizando la ayuda de la gravedad en el difícil proceso. Hasta aquí, esta podría ser perfectamente la descripción de un parto humano. Pero sigamos adelante. Una hora después de nacer, el bebé endereza sus extremidades y, tambaleándose, da sus primeros pasos. Al final del primer día ya es capaz de correr para seguirle el ritmo a su madre y al resto del grupo. Se acurruca en la trompa de esta y se alimenta de su leche. Luego la manada de elefantes sigue su camino, con un miembro más.

Muchos mamíferos, como los elefantes, dan a luz a crías que empiezan a moverse por su entorno casi inmediatamente después de nacer. Las crías de foca y de delfín nadan en cuanto salen del útero. Las de jirafa y de antílope se ponen de pie, caminan y corren en menos de veinticuatro horas. Eso es algo necesario para su supervivencia, dado que hay numerosos depredadores al acecho.

Otros animales, en cambio, están completamente indefensos al nacer. Los cachorros de oso negro no son más grandes que un pulgar humano. Casi desprovistos de pelaje, y con los ojos aún cerrados, se arrastran lentamente hasta los pezones de sus madres para mamar y crecer en la seguridad de la guarida hasta que llega la primavera. Muchas aves también dan a luz a crías indefensas que tienen que permanecer en el nido durante semanas.

La mayoría de los primates, en particular los simios, se sitúan en un punto intermedio entre los dos extremos que representan los osos y los elefantes. Nacen con pelaje, con los ojos abiertos y cierta capacidad de locomoción. Poco después de nacer ya son capaces de encaramarse a lomos de sus madres y aferrarse allí, aunque rara vez se alejan de ellas.

Pero el caso de los humanos es completamente distinto.[249]

Durante las primeras semanas, los bebés humanos constituyen un impedimento para la marcha: no pueden andar como las crías de elefante ni aferrarse a sus madres como las de chimpancé. Sin embargo, tampoco nacen tan poco desarrollados como los osos o las aves. De inmediato, con los ojos abiertos,

los recién nacidos son conscientes de lo que les rodea. Les atraen los sonidos familiares, pueden imitar algunas expresiones faciales y manipular socialmente a una sala entera.[250] No obstante, el largo intervalo que transcurre entre el nacimiento y el inicio de la locomoción autónoma requiere una protección contra posibles amenazas en los primeros años de vida, algo que sin duda también habrían necesitado nuestros ancestros.

Pero resulta que, aunque no puedan andar por sí solos, los recién nacidos humanos ya practican los movimientos involucrados en la locomoción.

En mayo de 2017 se hizo viral un vídeo grabado momentos después de un parto en un hospital de la población brasileña de Santa Cruz. Parecía mostrar a una recién nacida caminando. Con el torso colgando del brazo de una enfermera y las piernas estiradas, apoyaba los pies en una superficie plana. Levantaba la pierna izquierda y daba un paso; luego hacía lo mismo con la derecha. Dos movimientos alternos: levantar y pisar, izquierda y derecha. Tenía ayuda, es cierto, pero básicamente estaba caminando a pesar de que solo hacía unos minutos que había nacido.

—¡Padre misericordioso! Intentaba lavarla aquí, y no para de levantarse y andar —se oía decir a una enfermera en portugués—. ¡Santo cielo! Si le contaras a la gente lo que acaba de pasar, nadie lo creería, a menos que lo viera con sus propios ojos.

El vídeo, que tuvo ochenta millones de visitas en las cuarenta y ocho horas siguientes a su publicación, es simpático, pero no tiene nada de extraordinario. No es demasiado raro que los recién nacidos muevan las piernas como si estuvieran andando. El pediatra alemán Albrecht Peiper filmó a varios bebés en sus primeras seis semanas de vida haciendo movimientos alternos con las piernas en lo que él denominó «marcha primaria».[251] Otros investigadores lo han llamado «pataleo erguido», «pasos supinos» o «reflejo de marcha». En efecto, parece tratarse de un reflejo automático, profundamente arraigado en el patrón corporal de los mamíferos.

Entre siete y ocho semanas después de la concepción, el feto empieza a dar patadas en el útero. Alessandra Piontelli, que estudia el desarrollo fetal mediante ultrasonidos en la Universidad de Milán, denomina a este movimiento «caminar en el útero», y otros estudiosos han postulado que resulta energéticamente más eficiente para el feto que patear la dura pared uterina con ambas piernas a la vez. Pero ¿tiene algo que ver este movimiento con la marcha?[252]

En un principio, Nadia Dominici, neurocientífica de la Universidad Libre de Ámsterdam, pensaba que no. Creía que los pasos que da el bebé en el útero y poco después de nacer acababan viéndose desplazados por un nuevo patrón de

movimiento, de naturaleza más sofisticada, en el momento en que el niño empieza a andar. Pero, sorprendentemente, sus estudios sobre el desarrollo de los circuitos neuromusculares revelan que esos primeros pasos son fundamentales: conforman un prototipo que se refina y perfecciona cuando el niño aprende a andar meses después.[253]

Imaginemos el reflejo de marcha como si programáramos un ordenador con dos instrucciones: extender las piernas, y moverlas alternando izquierda y derecha. El trabajo de Dominici reveló que esas instrucciones no solo se encuentran en los circuitos neuronales humanos, sino también en los de otros mamíferos, como las ratas. Al parecer, mover las piernas de forma alterna constituye un rasgo ancestral que compartimos con todos nuestros parientes mamíferos.

Ahora bien, si este reflejo de marcha de los recién nacidos constituye el fundamento de la marcha propiamente dicha cuando los niños empiezan a andar, ¿es posible que reforzar el primero repercuta en la segunda? Hace unos cincuenta años, el psicólogo Philip Roman Zelazo y sus colegas de la Universidad McGill de Montreal estudiaron a un conjunto de veinticuatro recién nacidos para averiguarlo.[254]

Durante las primeras ocho semanas de vida, a ocho de los bebés se les hizo realizar un ejercicio diario encaminado a practicar y reforzar el reflejo de marcha: sus padres los sujetaban sobre una superficie plana mientras ellos movían de forma alterna sus pequeñas y regordetas piernecitas.[255] Los otros dieciséis bebés, en cambio, no hicieron el ejercicio. Luego se constató que, por regla general, los que habían practicado el reflejo de marcha dieron sus primeros pasos propiamente dichos en torno a los diez meses de edad, dos meses antes que el resto. Zelazo llegó a la conclusión de que el aprendizaje asociado a la crianza era más importante a la hora de determinar el momento de empezar a andar que la propia capacidad innata del niño. Aunque se trataba de un estudio reducido, el investigador estaba en lo cierto.

Obviamente, los bebés no vienen con manual de instrucciones, pero todos los padres queremos saber si el desarrollo de nuestro hijo avanza según lo previsto. Así, por ejemplo, pedimos consejo a amigos y familiares que han tenido y criado hijos. En mi caso, pasé muchas noches hojeando un manoseado y gastado ejemplar de un volumen titulado *El libro del bebé*, de Martha y William Sears, que me había prestado mi hermana. Hoy día, en cambio, la mayoría de los padres simplemente hacen una búsqueda en Google cuando quieren saber algo. Buscar «primeros pasos del bebé» nos lleva a numerosas páginas de guías y consejos,

donde se invita a los visitantes a averiguar cuáles son los principales hitos en este proceso. Entre otras cosas, descubriremos que nuestro bebé puede dar los primeros pasos en torno a los doce meses de edad. También la Organización Mundial de la Salud (OMS) informa de que la media de edad a la que un niño empieza a caminar de forma independiente es de doce meses.[256] Pero ¿qué ocurre si un bebé ya camina a los nueve meses, o si aún no ha dado un solo paso a los dieciséis? ¿Indica eso que algo va mal? En la mayoría de los casos no.

En Estados Unidos, por ejemplo, las estadísticas indican que los niños suelen dar sus primeros pasos en torno al año, pero si se examinan más de cerca los datos se descubre que en realidad el intervalo normal abarca de los ocho a los dieciocho meses. De hecho, si, por ejemplo, la mitad de los niños sanos caminan al cumplir el año, eso significa que la otra mitad lo hacen antes o después.

Por otra parte, la referencia indicativa del momento en el que un niño suele empezar a andar ha ido cambiando con los años. Y también difiere de una cultura a otra.

A principios del siglo XX, Arnold Gesell, pediatra y psicólogo de la Universidad de Yale, fue pionero en el estudio del desarrollo infantil. Aunque sostenía que cada niño se desarrolla a su propio ritmo, seguía defendiendo la idea de que en el desarrollo infantil existen ciertos hitos o etapas predefinidos. Tras recopilar numerosos datos, en la década de 1920 constató que en Estados Unidos los niños daban sus primeros pasos entre los trece y los quince meses.[257]

En las décadas de 1950 y 1960, esos hitos o etapas del desarrollo se incorporaron a las pruebas de cribado que se realizaban habitualmente en la consulta de los pediatras. Entre estas últimas destacaban dos: las escalas Bayley de desarrollo infantil y la prueba de cribado del desarrollo de Denver. Ambas herramientas ayudaron a los pediatras a identificar posibles problemas de desarrollo en los niños, pero tuvieron dos consecuencias muy poco útiles: para empezar, muchos padres confundieron los valores «medios» con los valores «normales»; y en segundo término, se creyó erróneamente que «cuanto antes, mejor». El hecho de que los padres estadounidenses alentaran activamente a sus hijos a andar antes provocó un descenso de la media de edad a la que los niños aprendían a andar, que se redujo a doce meses.

Las cosas volvieron a cambiar en 1992, cuando se puso en marcha la campaña «Dormir boca arriba» para frenar el creciente número de muertes por SMSL (síndrome de muerte súbita del lactante).[258] Los investigadores descubrieron que los bebés que dormían boca abajo corrían un mayor riesgo de sufrir SMSL, por lo que los pediatras empezaron a recomendar a los padres que les hicieran dormir boca arriba. Resulta que los bebés que duermen boca abajo

desarrollan una musculatura troncal más fuerte debido a la forma en que ajustan su cuerpo durante el sueño; debido a ello, son capaces de ponerse de pie y dar sus primeros pasos a una edad más temprana. Obviamente, un ligero retraso en la capacidad de erguirse y echar a andar es un pequeño precio a cambio de reducir la mortalidad por SMSL, aunque actualmente se recomienda que los bebés pasen cada día cierto tiempo boca abajo para fortalecer su tronco.

Es evidente, pues, que el momento en que un niño se pone de pie y empieza a andar puede variar en función de toda una serie de factores. Sin embargo, los estudios para determinar el intervalo de edad habitual en el que eso ocurre se han realizado casi exclusivamente con lo que se conoce como muestras poblacionales WEIRD, un acrónimo inglés con el que se define a las poblaciones «occidentales, cultas, industrializadas, ricas y democráticas»; o, como dicen las antropólogas Kate Clancy y Jenny Davis, sencillamente «blancas».[259]

Dichos estudios se han utilizado para establecer una referencia de lo que se considera «normal», lo cual es claramente erróneo. Pero si examinamos a qué edad empiezan a andar los niños en todo el conjunto del globo, descubriremos que la variación es aún mayor.

Los achés, un pueblo nómada de los bosques de la región oriental de Paraguay, dependen de la caza y la recolección tradicionales para obtener alimento. Viven en grupos de unas cincuenta personas y comen lo que encuentran, como almidón de palma, miel, monos, armadillos y tapires.

Los bosques donde habitan están llenos de peligros, sobre todo para los niños. Por el lecho forestal deambulan sigilosos los jaguares. Abundan los reptiles venenosos, como las serpientes de coral, los crótalos, las cobras y la temida cabeza de lanza. En su libro *Ache Life History* (Historia de la vida aché), los antropólogos Kim Hill y A. Magdalena Hurtado hablan de picaduras de hormigas, pulgas, mosquitos, garrapatas, arañas y hasta orugas. Los aguijones de las avispas que viven en estos bosques pueden provocar vómitos, y hay una especie de escarabajo que segrega un líquido ácido que quema la piel y puede causar ceguera temporal. Hill y Hurtado escriben que los éstridos depositan sus larvas bajo la piel humana, formando «una herida cada vez más grande y dolorosa que puede albergar a un gusano de proporciones alarmantes».[260] Pero hay otros peligros que no se ven a simple vista, como la malaria, el mal de Chagas y la leishmaniosis, tres enfermedades parasitarias causadas por picaduras de mosquitos, triatominos y flebótomos, respectivamente.

«Un bebé o un niño pequeño no sobreviviría mucho tiempo si se le dejara a su suerte en el lecho del bosque —escriben Hill y Hurtado—. En los

campamentos forestales se escucha constantemente el llanto de algún niño que aprende por las malas qué insectos debe evitar».[261]

Sería peligroso que los padres achés dejaran que sus hijos aprendieran a andar en este entorno al cumplir el año. Así que no lo hacen. Los niños permanecen estrechamente unidos a sus madres durante un periodo que puede prolongarse hasta los dos años de edad. Según explican los antropólogos Hillard Kaplan y Heather Dove, los niños achés tienen por término medio unos dos años cuando empiezan a andar por sí solos. Eso es el doble de la actual media de edad de los niños estadounidenses.[262] Esta diferencia es de índole cultural, no estrictamente biológica. Si mis hijos se hubieran criado en los bosques de los achés, probablemente tampoco habrían empezado a andar hasta los dos años.

En algunas zonas de China septentrional, los niños pasan entre dieciséis y veinte horas al día atados a sacos de arena fina —parecidos a sacos de legumbres— con un arnés de seguridad que permite a los adultos dejarlos solos mientras ellos se ocupan de los cultivos;[263] a los trece meses, una edad en la que las tres cuartas partes de los niños estadounidenses ya caminan por sí solos, solo el 13 por ciento de estos niños del norte de China han dado sus primeros pasos. De manera similar, en algunas partes de Tayikistán, los sistemas de sujeción empleados para transportar a los niños les impiden mover mucho las piernas, por lo que resulta insólito que uno de ellos camine por sus propios medios al año de edad.

Aunque hay muchas culturas en las que los niños dan sus primeros pasos más tarde que en países como Estados Unidos, hay otras en las que lo hacen antes. En algunas partes de Kenia y Uganda, por ejemplo, no es raro que los bebés ya anden solos a los nueve meses. Durante años se invocaron este tipo de diferencias para sustentar el argumento racista de que los africanos eran biológicamente distintos (léase inferiores) de las personas de ascendencia europea. Pero hoy los investigadores saben que la razón por la que estos niños caminan antes no tiene nada que ver con sus genes: sus madres y abuelas masajean enérgicamente las piernas de los bebés durante los baños diarios, y esa estimulación mejora su motricidad y su coordinación. Una práctica similar realizada en algunos barrios de Jamaica ha dado resultados parecidos: allí la media de edad a la que los niños empiezan a andar es de diez meses.

Aún hoy, una búsqueda en Google revela un torrente de desinformación en torno al momento en que los niños aprender a andar. «Los que tardan más en empezar a andar son más listos por naturaleza», alardea un sitio web. «Cuanto más tiempo sigue gateando un bebé, más listo es», proclama otro. Un tercero se pregunta justo lo contrario: «¿Los niños que caminan y hablan antes son genios

en ciernes?».

Diversos psicólogos del desarrollo han estudiado esta cuestión, con resultados ambiguos. Un estudio suizo realizado con un total de doscientos veinte niños reveló que los que empezaban a andar antes tenían un equilibrio ligeramente mejor a los dieciocho años, pero no obtenían mejores ni peores resultados en los test de inteligencia basados en el cociente intelectual ni en las pruebas para evaluar sus habilidades motoras.[264] Otro estudio a largo plazo llevado a cabo en el Reino Unido con una muestra más amplia —más de cinco mil personas—, y completado en 2007, no halló relación alguna entre el momento en que los niños daban sus primeros pasos y su cociente intelectual medido posteriormente en tres edades distintas: a los ocho, a los veintitrés y a los cincuenta y tres años.

De vez en cuando, no obstante, aparece un estudio que revela que los niños con un cociente intelectual ligeramente superior empiezan a andar antes que la media.[265] De entrada, uno de los problemas de este tipo de investigaciones es que no está claro qué mide realmente el cociente intelectual, aparte de la propia habilidad para superar test de inteligencia basados en él. Además, en caso de existir, ese supuesto efecto resulta tan nimio que no parece que en realidad la inteligencia influya demasiado en el momento de empezar a andar. En todo caso, la flecha de la causalidad iría en sentido inverso: algunos investigadores han postulado que el propio hecho de caminar ofrece al niño una nueva visión del mundo y le abre la puerta a nuevas oportunidades de aprendizaje.[266]

En 2015, no obstante, un grupo de investigadores que estudiaron a más de dos mil niños en el Reino Unido descubrieron que los que se mostraban más activos a los dieciocho meses de edad tenían luego una mayor densidad ósea en las espinillas y en las articulaciones de la cadera cerca de dos décadas después.[267] Es decir, que la actividad física parece favorecer el crecimiento óseo. Eso podría explicar por qué otro estudio realizado con más de nueve mil niños en Finlandia reveló que el hecho de empezar a andar a una edad más temprana se correlacionaba con una mayor probabilidad de practicar deportes en la adolescencia.

Aun así, en el mejor de los casos la correlación entre el momento en que se empieza a andar y las posteriores habilidades atléticas resulta bastante tenue, y de ningún modo puede utilizarse para hacer predicciones.

A los diez meses de edad, cuando todavía era un bebé llamado Cassius Clay, el futuro boxeador Muhammad Ali ya se ponía de pie, caminaba y quizá incluso lanzaba algún que otro directo. Willie Mays, el mejor jardinero central de la historia del béisbol estadounidense, dio sus primeros pasos cuando tenía un año.[268] Leroy Keyes, antiguo profesional del fútbol americano y miembro del Salón

de la Fama del Fútbol Universitario, no empezó a andar hasta los tres años. Kalin Bennett, al que diagnosticaron autismo antes de cumplir el año, tampoco dio sus primeros pasos hasta los tres; pero se aficionó al baloncesto en tercero de primaria, y cuando cursaba el último año de secundaria, era el decimosexto jugador con mejores perspectivas de Arkansas. Actualmente juega en la Universidad Estatal de Kent.

Tres años es sin duda una edad extrema, y en general se recomienda encarecidamente llevar al pediatra a cualquier niño que no ande de forma independiente a los dieciocho meses. Pero la cuestión clave sigue siendo esta: dentro del intervalo habitual de ocho a dieciocho meses, el momento exacto en el que un niño empiece a andar carece de importancia.

No solo podemos encontrar una enorme variación con respecto a *cuándo* los niños aprenden a andar, sino también en *cómo* lo hacen. La arraigada creencia de que, para caminar, forzosamente primero hay que gatear, no es cierta en absoluto.

Muchos niños de distintas culturas de todo el mundo no pasan por la fase de andar a gatas, y el hecho de saltársela no repercute en absoluto en su capacidad de aprender a andar.[269] Un estudio realizado con lactantes jamaicanos reveló que casi el 30 por ciento de ellos nunca gatean. En Inglaterra tampoco lo hace uno de cada cinco. En Estados Unidos, a principios del siglo XX, el 40 por ciento de los niños de clase media nunca gateaban porque a la mayoría de ellos se los vestía con largas batas que se les enganchaban en las rodillas si lo intentaban, haciéndoles caer de bruces al suelo.

Pero los bebés que gatean tampoco lo hacen todos ellos del mismo modo: pueden desplazarse como oseznos, como cangrejos, como arañas o como lombrices; pegarse al suelo como comandos militares; arrastrar la barriga; apoyarse en las rodillas; rodar como troncos, o moverse apoyándose en el trasero. Pero, con el tiempo, todos dan sus primeros pasos.

«Cada bebé concreto forja su propio camino —escribe la psicóloga del desarrollo Karen Adolph, de la Universidad de Nueva York—, y la secuencia de expresión es variable».[270] En otras palabras: no hay una única forma correcta de convertirse en bípedo.

Para entender mejor cómo y por qué los niños se levantan y aprenden a andar, acudí al laboratorio universitario de la doctora Adolph en Greenwich Village. Adolph fue profesora de preescolar durante seis años antes de iniciar sus estudios de posgrado en Psicología del Desarrollo en la Universidad Emory de Atlanta. Desde entonces ha recibido más de cuarenta becas para estudiar el desarrollo en la primera infancia y ha escrito más de un centenar de artículos

científicos, que sus colegas han citado más de nueve mil veces en sus propios trabajos. Nadie sabe mejor que ella cómo aprenden a andar los niños.

—Moverse a cuatro patas está muy bien para otros animales y parece suficiente para los bebés. Entonces —le pregunté—, ¿por qué los niños se ponen de pie y empiezan a caminar sobre dos piernas?

Adolph sonrió y me miró fijamente con sus penetrantes ojos azules.

—¿Por qué caminar? —replicó—. ¿Y por qué no hacerlo?

Los numerosos datos recogidos por el laboratorio de Adolph revelan que desplazarse sobre dos piernas permite a los bebés llegar más lejos y hacerlo más deprisa. Equipando a niños pequeños con cámaras que captan el mundo desde su perspectiva, Adolph también ha demostrado que la marcha bípeda dota a los bebés de una mejor visión de lo que les rodea. Como escribía Antonia Malchik en su libro *A Walking Life*: «Los bebés y los niños pequeños se sienten motivados para caminar cuando hay algún sitio interesante al que ir».[271] El equipo de Adolph también ha descubierto que los bebés que caminan erguidos transportan objetos una media de cuarenta y tres veces por hora, unas siete veces más que los que gatean.[272]

—Eso es lógico —añadí—. Caminar deja las manos libres para transportar objetos.

—Pero esa no es la *razón* por la que lo hacen —me corrigió de inmediato Adolph—. Nuestros datos revelan que ellos no se guían por objetivos concretos.

Me explicó que los bebés deambulan de un lado a otro sin rumbo fijo, derrochando todo tipo de energía por el camino. ¿Terminan llegando a los juguetes y a otros destinos interesantes? Por supuesto, pero se toman su tiempo.[273]

—¿Por qué? —pregunté.

—Porque los bebés se mueven por placer —me respondió.

Pensé en cuando mi hijo Ben echó a andar (por suerte, tenemos algunos de sus primeros pasos grabados en vídeo; de lo contrario, es poco probable que mi cerebro, por entonces tan privado de sueño, hubiera recordado el momento). Era una tórrida tarde de agosto, y mi mujer y yo intentábamos mantenernos resguardados del calor en nuestra casita de Worcester, Massachusetts. Nuestros gemelos llevaban meses gateando, y ya eran capaces de levantarse y arrastrar los pies apoyándose en el sofá o en una estantería. Mi hijo varón parecía empeñado en caminar: extendía las piernas, y daba uno o dos pasos vacilantes antes de que sus muslos regordetes doblegaran sus rodillas y cayera de culo. Su hermana gemela lo observaba con deleite, pero rara vez intentaba andar a su vez.

Como ya hemos señalado antes, uno de los criterios que emplean los

científicos para definir el momento en que un niño empieza a andar es que sea capaz de dar cinco pasos seguidos sin ayuda y sin caerse.

Ben llevaba puesto su pijama azul oscuro de los Red Sox y, con su cabezota calva en precario equilibrio sobre su cuerpo tambaleante, parecía una especie de Charlie Brown en versión bebé. Mi mujer le sujetó las manos por encima de la cabeza y luego se apartó suavemente cuando él empezó a avanzar dando tumbos hacia mis brazos extendidos. Cada vez que levantaba una pierna se acercaba más a mí, y cuanto más se acercaba, más se reía. Tras haber dado sus cinco pasos, exhibió una enorme sonrisa mientras se desplomaba en mis brazos aturdido y exhausto.

Es cierto, los bebés se mueven por placer.

Obviamente, a partir de ese momento Ben no empezó a ir andando a todas partes: siguió gateando, deslizándose y arrastrándose. Caminar solo era una más de sus herramientas de locomoción, aunque pronto se convertiría en la dominante. Por su parte, mi hija Josie le observaba con atención y, para no quedarse atrás, tampoco tardó mucho en unirse a él. Es posible que la capacidad de observar e imitar a otros tenga mucho que ver con la forma en que los niños aprenden a andar. También podría explicar por qué los bebés con problemas de visión tardan el doble, por término medio, en dar sus primeros pasos.[274]

Se dice que para convertirse en un experto en cualquier cosa (como dominar un instrumento musical o destacar en un deporte) hay que dedicar diez mil horas de práctica. Aprender a andar no es muy distinto.

«¿Cómo se aprende a andar? —ha escrito la doctora Adolph—. Con miles de pasos y docenas de caídas al día».[275]

Al inicio de su carrera, Adolph observó que los niños no caminan en línea recta, pero los aparatos de laboratorio, como las cintas de correr y las alfombras de presión empleadas para medir la marcha, siempre eran rectos. De modo que, para obtener los datos que quería, empezó a utilizar todo el espacio de su laboratorio, registrando cada uno de los pasos que daban sus caminantes primerizos. Ella y sus ayudantes descubrieron algo asombroso.

Por término medio, un niño que empieza a andar da 2.368 pasos por hora, lo que equivale aproximadamente a la longitud de 8 campos de fútbol. En un día normal los pequeños dan unos catorce mil pasos, suficientes para recorrer cerca de cinco kilómetros. No es de extrañar que necesiten dormir al menos doce horas diarias.[276]

Los niños pequeños no caminan igual que los adultos. Dan pasos desiguales, bamboleándose de un lado a otro ligeramente encorvados y con las rodillas dobladas como simios en miniatura. Al tener los pies planos, no se impulsan de

manera eficiente. El equipo de Adolph descubrió que sufren una media de diecisiete caídas cada hora, pero los miles de pasos diarios que dan les ayudan a mejorar. Aun así, no empiezan a andar como adultos hasta que tienen entre cinco y siete años. Y en ese proceso, su esqueleto cambia.[277]

El hueso está vivo.

En un aula de ciencias, los especímenes óseos son duros, rígidos y quebradizos, y además suelen tener un color blanquecino. Pero en nuestro cuerpo el hueso es más flexible y dinámico. Está formado en parte por células vivas que respiran y utilizan hormonas para recibir mensajes de otras partes del cuerpo. Ese hueso vivo recibe un riego sanguíneo que le confiere un color ligeramente rosado.

Sabemos de manera intuitiva que el hueso está vivo. Empezó a crecer en nuestro interior cuando apenas éramos unos bebés diminutos, y acabó formando el esqueleto que ahora tenemos. Si nos rompemos un hueso, sabemos que puede repararse por sí solo.

Tenemos el mismo número y tipo de huesos que un chimpancé. Suelen ser doscientos seis, aunque la cifra puede variar un poco dependiendo de cuántos huesos accesorios se formen. Sin embargo, los niños tienen más «huesos» que los adultos. Tomemos, por ejemplo, el caso del fémur. En los adultos es un solo hueso, el más grande del cuerpo; pero en los niños está formado por una caña o diáfisis y cuatro protuberancias o eminencias óseas: tres en la cadera y una en la rodilla. Están separadas de la diáfisis por los denominados cartílagos o placas de crecimiento, que son regiones cartilaginosas que proliferan a medida que el individuo crece. Todo esto vale también para los simios africanos.

Entonces, ¿qué hace que nuestro esqueleto resulte adecuado para la marcha erguida, mientras que el de un chimpancé no lo es?

Parte de la respuesta estriba en los genes. El código genético que determina dónde y en qué cantidad crecerá andamiaje cartilaginoso en un feto en desarrollo, ya sea humano o de chimpancé, ayuda a definir la arquitectura esquelética del recién nacido. Ciertos rasgos anatómicos de nuestro esqueleto hacen que, en ciertos aspectos, nazcamos ya preparados para caminar.

Por ejemplo, los bebés humanos recién nacidos tienen talones gruesos, adecuados para los rigores de la marcha erguida.[278] Asimismo, nacemos ya con una pelvis corta, robusta y desplazada lateralmente, que ancla los músculos en torno a las articulaciones de la cadera de forma que nos ayuda a mantener el equilibrio al caminar sobre dos piernas. Los recién nacidos incluso tienen la red de huesos esponjosos del interior de la pelvis alineados para transmitir las fuerzas

involucradas en la marcha erguida. Los bebés no van a necesitar este rasgo anatómico hasta cumplir el año, pero nacen con él. Se trata, por tanto, de auténticas adaptaciones genéticas para caminar sobre dos piernas.

Pero recordémoslo: el hueso está vivo. Sus células responden a las fuerzas que se ejercen sobre él durante el crecimiento. En cierto modo, guardan memoria de todas las veces en que nos hemos desplazado, y de *cómo* lo hemos hecho. Conforme los niños se desarrollan, sus huesos no solo aumentan de tamaño: también varían de forma en respuesta a las tensiones diarias a las que los someten los pequeños.[279]

Tomemos, por ejemplo, la rodilla.

Cuando Ben dio sus primeros pasos, se bamboleaba de un lado a otro en parte porque aún mantenía las rodillas bastante separadas.[280] Pero en los niños de mayor edad y en los humanos adultos las rodillas prácticamente se tocan, lo que ayuda a equilibrar el cuerpo manteniendo los pies justo por debajo de las caderas. Eso ocurre porque tenemos los fémures inclinados hacia dentro. Ya hablamos de ello en el capítulo 4, donde veíamos que Lucy y los de su especie también tenían ese mismo ángulo (llamado bicondilar) en sus fémures; pero no es un rasgo anatómico con el que nazcamos, ni nosotros ni Lucy. Al nacer, nuestros fémures son rectos, como los de un chimpancé. Pero cuando empezamos a andar, los cartílagos de las rodillas reciben una presión desigual y crecen en ángulo, lo que a la larga genera cierto grado de inclinación en ellas. Las personas parapléjicas que nunca llegan a andar no desarrollan ese ángulo.[281]

Sin embargo, la evolución siempre entraña algún tipo de sacrificio. El ángulo bicondilar, aunque beneficioso para mantener el equilibrio corporal, puede causar problemas. Como nuestro fémur está angulado, los músculos del cuádriceps, anclados en la parte delantera del hueso, también se contraen en ángulo cuando nos desplazamos. El resultado es una fuerza que tira ligeramente de la rótula en sentido lateral, y que en casos extremos puede llegar a dislocarla: es lo que los médicos llaman «subluxación rotuliana».

Dadas las causas físicas involucradas, cabría pensar que las dislocaciones de rótula deberían producirse con más frecuencia de la que lo hacen (en Estados Unidos, por ejemplo, se producen unos veinte mil casos al año). Su número no es mayor porque una gran cresta ósea denominada labio lateral actúa como muro de contención, manteniendo la rótula en su sitio. Si el lector lo recuerda, se trata del mismo rasgo anatómico que veíamos que en la rodilla de *Australopithecus sediba* exhibía un tamaño inusualmente grande. Puede percibirlo por sí mismo si se sienta con las rodillas flexionadas y pasa la mano por la parte superior externa de estas.

Lo sorprendente del labio lateral de la rótula es que, como ocurre con el hueso esponjoso del interior de la pelvis, ya *nacemos* con él aunque no vayamos a necesitarlo hasta el momento de empezar a andar. El andamiaje cartilaginoso del futuro labio lateral de la rótula ya se encuentra en las rodillas de los bebés al nacer: es una solución a un problema que los niños aún no tienen.[282]

Este es un maravilloso ejemplo de cómo nuestros cuerpos son una combinación que aúna rasgos anatómicos genéticamente codificados con otros moldeados por nuestro propio comportamiento. Nuestros esqueletos son el resultado de la interacción de lo que suele denominarse «natura y cultura» —es decir, de lo innato y lo aprendido— en una compleja danza que da como resultado la forma humana.

Volviendo al laboratorio de la doctora Adolph, esta me enseñó unos vídeos de niños gateando por una pista elevada. Con los ojos fijos en un animal de peluche que se utilizaba para atraerlos, no se daban cuenta de que en su camino había un hueco de unos treinta centímetros; de no ser por el observador que los vigilaba, se habrían precipitado fuera de la pista. Adolph y su equipo incorporaron distintos retos para los pequeños gateadores, añadiendo pendientes u otros obstáculos. Los resultados eran siempre los mismos.[283] Cuando exploran su mundo por primera vez, los bebés se muestran especialmente intrépidos y no perciben sus limitaciones. Sin embargo, pronto aprenden de sus errores, y empiezan a gatear con más precaución y mayor conciencia de los peligros que les rodean.

O al menos así ocurre hasta que echan a andar. En un vídeo tras otro, pude observar con asombro a los mismos niños que sorteaban obstáculos sin ningún problema a cuatro patas bambolearse luego tontamente hasta salirse de la pasarela experimental una vez que habían iniciado la marcha bípeda.

—¡Vaya! ¡Han olvidado todo lo que habían aprendido!—exclamé.

—No —me corrigió Adolph—. Habían aprendido a sortear esos obstáculos gateando, pero andar les da una nueva perspectiva del mundo. Nuestra visión del mundo depende de cómo nos desplazamos. Ellos solo saben lo que saben en el contexto de un determinado tipo de locomoción.

Mientras veía vídeos en los que un niño tras otro caían por los huecos de la pasarela, saltaban por el borde de elevados desniveles o se precipitaban cuesta abajo por empinadas pendientes, agradecí la constante presencia de los atentos observadores que sujetaban a tiempo a aquellos intrépidos bípedos primerizos.

Aprender a andar resulta difícil y hasta peligroso… a menos que haya alguien que te sujete.

[249] Véase Wenda Trevathan y Karen Rosenberg (eds.), *Costly and Cute: Helpless Infants and Human Evolution*, Santa Fe: University of New Mexico Press-School for Advanced Research Press, 2016.

[250] Véase Andrew N. Meltzoff y M. Keith Moore, «Imitation of Facial and Manual Gestures by Human Neonates», *Science,* vol. 198, n.º 4.312 (1977), pp. 75-78.

[251] Albrecht Peiper, *Cerebral Function in Infancy and Childhood,* Nueva York: Consultants Bureau, 1963.

[252] Alessandra Piontelli, *Development of Normal Fetal Movements: The First 25 Weeks of Gestation*, Milán: Springer-Verlag Italia, 2010.

[253] Nadia Dominici *et al.*, «Locomotor Primitives in Newborn Babies and Their Development», *Science,* vol. 334, n.º 6.058 (2011), pp. 997-999.

[254] Philip Roman Zelazo, Nancy Ann Zelazo y Sarah Kolb, «“Walking” in the Newborn», *Science,* 176 (1972), pp. 314-315.

[255] De hecho, parece que en parte lo que les ocurre a esas regordetas piernecitas puede llegar a retrasar un año —como media— la transición del «reflejo de marcha» a la marcha propiamente dicha. Véase Esther Thelen y Donna M. Fisher, «Newborn Stepping: An Explanation for a “Disappearing” Reflex», *Developmental Psychology,* vol. 18 , n.º 5 (1982), pp. 760-775.

[256] Existen criterios estrictos acerca de lo que se entiende por «caminar de forma independiente». Algunos consideran que esto se produce cuando el bebé es capaz de dar cinco pasos seguidos; otros, cuando es capaz de caminar tres metros sin detenerse ni caerse.

[257] Al parecer, sin embargo, Gesell solo recopiló datos sobre bebés de ascendencia alemana y excluyó a los de familias monoparentales. Tal exclusión hace que extrapolar sus datos a una media poblacional resulte tremendamente inexacto.

[258] Beth Ellen Davis, Rachel Y. Moon, Hari C. Sachs y Mary C. Ottolini, «Effects of Sleep Position on Infant Motor Development», *Pediatrics,* vol. 102, n.º 5 (1998), pp. 1.135-1.140.

[259] Kathryn B. H. Clancy y Jenny L. Davis, «Soylent Is People, and WEIRD Is White: Biological Anthropology, Whiteness and the Limits of the WEIRD», *Annual Review of Anthropology,* 48 (2019), pp. 169-186.

[260] Kim Hill y A. Magdalena Hurtado, *Ache Life History,* Nueva York: Routledge, 1996, pp. 153-154.

[261] *Ibid.*, p. 154.

[262] Hillard Kaplan y Heather Dove, «Infant Development Among the Ache of Eastern Paraguay», *Developmental Psychology*, vol. 23, n.º 2 (1987), pp. 190-198.

[263] Véanse las pertinentes referencias en Karen Adolph y Scott R. Robinson, «The Road to Walking: What Learning to Walk Tells Us About Development», en Philip David Zelazo (ed.), *Oxford Handbook of Developmental Psychology*, Oxford: Oxford University

Press, 2013. Lana B. Karasik, Karen E. Adolph, Catherine S. Tamis-LeMonda y Marc H. Bornstein, «WEIRD Walking: Cross-Cultural Research on Motor Development», *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 33, n.º 2-3 (2010), pp. 95-96.

[264] Oskar G. Jenni, Aziz Chaouch, Jon Caflisch y Valentin Rousson, «Infant Motor Milestones: Poor Predictive Value for Outcome of Healthy Children», *Acta Paediatrica,* 102 (2013), pp. e181-e184. Graham K. Murray, Peter B. Jones, Diana Kuh y Marcus Richards, «Infant Developmental Milestones and Subsequent Cognitive Function», *Annals of Neurology*, vol. 62, n.º 2 (2007), pp. 128-136.

[265] Trine Flensborg-Madsen y Erik Lykke Mortensen, «Infant Developmental Milestones and Adult Intelligence: A 34-Year FollowUp», *Early Human Development*, vol. 91, n.º 7 (2015), pp. 393-400. Akhgar Ghassabian *et al.*, «Gross Motor Milestones and Subsequent Development», *Pediatrics,* vol. 138, n.º 1 (2016), e20154372.

[266] Joseph J. Campos *et al.*, «Travel Broadens the Mind», *Infancy*, vol. 1, n.º 2 (2000), pp. 149-219.

[267] Alex Ireland, Adrian Sayers, Kevin C. Deere, Alan Emond y Jon H. Tobias, «Motor Competence in Early Childhood Is Positively Associated with Bone Strength in Late Adolescence», *Journal of Bone and Mineral Research*, vol. 31, n.º 5 (2016), pp. 1.089-1.098. En 2017, este mismo grupo de investigación descubrió que el hecho de empezar a andar tarde en la infancia era un factor predictivo de una baja resistencia ósea en un grupo de personas de sesenta a sesenta y cuatro años de edad. Alex Ireland *et al.*, «Later Age at Onset of Independent Walking Is Associated with Lower Bone Strength at Fracture-Prone Sites in Older Men», *Journal of Bone and Mineral Research*, vol. 32, n.º 6 (2017), pp. 1.209-1.217. Charlotte L. Ridgway *et al.*, «Infant Motor Development Predicts Sports Participation at Age 14 Years: Northern Finland Birth Cohort of 1966», *PLOS ONE,* vol. 4, n.º 8 (2009), e6837.

[268] De Jonathan Eig, *Ali: A Life*, Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2017, p. 11 [trad. cast.: *Vida de Ali*, Madrid: Capitán Swing, 2022]. James S. Hirsch, *Willie Mays: The Life, the Legend,* Nueva York: Scribner, 2010, p. 13. Andrew S. Young, *Black Champions of the Gridiron,* Nueva York: Harcourt, Brace & World, 1969. Martin Kessler, «Kalin Bennett Has Autism — and He's a Div. I Basketball Player», *Only a Game*, WBUR, 21 de junio de 2019, https://www.wbur.org/onlyagame/2019/06/21/kent-state-kalin-bennett-basketball-autism [tinyurl.com/44xzacep].

[269] Véanse las referencias pertinentes en Adolph y Robinson, «The Road to Walking».

[270] *Ibid.*, p. 410.

[271] Antonia Malchik, *A Walking Life,* Nueva York: Da Capo Press, 2019, p. 25.

[272] Lana B. Karasik, Karen E. Adolph, Catherine S. Tamis-LeMonda y Alyssa L. Zuckerman, «Carry On: Spontaneous Object Carrying in 13-Month-Old Crawling and Walking Infants», *Developmental Psychology,* vol. 48, n.º 2 (2012), pp. 389-397. Carli M. Heiman, Whitney G. Cole, Do Kyeong Lee y Karen E. Adolph, «Object Interaction and Walking: Integration of Old and New Skills in Infant Development», *Infancy*, vol. 24, n.º

4 (2019), pp. 547-569.

[273] Véase Justine E. Hock, Sinclaire M. O'Grady y Karen E. Adolph, «It's the Journey, Not the Destination: Locomotor Exploration in Infants», *Developmental Science* (2018), e12740.

[274] Miriam Norris, Patricia J. Spaulding y Fern H. Brodie, *Blindness in Children*, Chicago: University of Chicago Press, 1957.

[275] Karen E. Adolph *et al.*, «How Do You Learn to Walk? Thousands of Steps and Dozens of Falls per Day», *Psychological Science,* vol. 23, n.º 11 (2012), pp. 1.387-1.394.

[276] *Ibid.*

[277] David Sutherland, Richard Olshen y Edmund Biden, *The Development of Mature Walking*, Londres: Mac Keith Press, 1988.

[278] Jeremy M. DeSilva, Corey M. Gill, Thomas C. Prang, Miriam A. Bredella y Zeresenay Alemseged, «A Nearly Complete Foot from Dikika, Ethiopia, and Its Implications for the Ontogeny and Function of *Australopithecus afarensis*», *Science Advances,* vol. 4, n.º 7 (2018), eaar7723. Craig A. Cunningham y Sue M. Black, «Anticipating Bipedalism: Trabecular Organization in the Newborn Ilium», *Journal of Anatomy*, vol. 214, n.º 6 (2009), pp. 817-829.

[279] Varios trabajos experimentales con animales no humanos también han revelado las diversas formas en que los huesos responden a las nuevas tensiones de la locomoción bípeda. En 1939 nació una cabra sin patas delanteras que se desplazaba saltando sobre las traseras. Tras morir en un accidente un año después, su cuerpo fue examinado por Everhard Johannes Slijper, especialista en anatomía comparada de la Universidad de Utrecht. La cabra de Slijper presentaba alteraciones esqueléticas en la columna vertebral, la pelvis y las extremidades inferiores que se consideró que se debían a su inusual forma de locomoción. Everhard J. Slijper, «Biologic-Anatomical Investigations on the Bipedal Gait and Upright Posture in Mammals, with Special Reference to a Little Goat, Born Without Forelegs», *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*, 45 (1942), pp. 288-295. Más recientemente, un equipo de investigadores japoneses entrenó a un macaco para que anduviera sobre dos patas. El mono desarrolló lordosis lumbar, al igual que les ocurre a los humanos. Pero, mientras que los humanos desarrollan la lordosis porque sus huesos y sus discos intervertebrales adquieren forma de cuña, el macaco solo exhibió dicho cambio en los discos. Masato Nakatsukasa, Sugio Hayama y Holger Preuschoft, «Postcranial Skeleton of a Macaque Trained for Bipedal Standing and Walking and Implications for Functional Adaptation», *Folia Primatologica*, vol. 64, n.os 1-2 (1995), pp. 1-9. En 2020, Gabrielle Russo, de la Universidad de Stony Brook (Nueva York), llevó a cabo un experimento controlado en el que se colocó un arnés a una serie de ratas para incentivarlas a caminar de forma bípeda. En comparación con las ratas cuadrúpedas, las bípedas desarrollaron un foramen magno más adelantado, lordosis lumbar y articulaciones de mayor tamaño en las patas traseras. Gabrielle A. Russo, D'Arcy Marsh y Adam D. Foster, «Response of the Axial Skeleton to Bipedal

Loading Behaviors in an Experimental Animal Model», *Anatomical Record,* vol. 303, n.º 1 (2020), pp. 150-166.

[280] Parece, pues, que los niños pequeños caminan como los simios erguidos, con la espalda encorvada, las rodillas flexionadas y separando las piernas. Sin embargo, aparentemente los chimpancés desarrollan su forma de andar de manera opuesta, ya que es justamente cuando son bebés (0,1-5,0 años) cuando más optan por la bipedación: a esa temprana edad son el triple de bípedos que los chimpancés adultos, y pasan el 6 por ciento del tiempo desplazándose sobre dos patas. Lauren Sarringhaus, Laura MacLatchy y John Mitani, «Locomotor and Postural Development of Wild Chimpanzees», *Journal of Human Evolution,* 66 (2014), pp. 29-38.

[281] Christine Tardieu, «Ontogeny and Phylogeny of Femoro-Tibial Characters in Humans and Hominid Fossils: Functional Influence and Genetic Determinism», *American Journal of Physical Anthropology,* 110 (1999), pp. 365-377.

[282] Yann Glard *et al.*, «Anatomical Study of Femoral Patellar Groove in Fetus», *Journal of Pediatric Orthopaedics,* vol. 25, n.º 3 (2005), pp. 305-308.

[283] Karen E. Adolph, Sarah E. Berger y Andrew J. Leo, «Developmental Continuity? Crawling, Cruising and Walking», *Developmental Science,* vol. 14, n.º 2 (2011), pp. 306-318. Véanse más referencias en Adolph y Robinson, «The Road to Walking».

11

Bipedación y parto

«Estas caderas son caderas fuertes.
Estas caderas son caderas mágicas».

LUCILLE CLIFTON, «Homenaje a mis caderas», 1980[284]

Se irguió. Los dolores de parto le hicieron apretar los puños y los músculos de sus brazos se tensaron, perfilándose claramente bajo la piel. De vez en cuando se ponía en cuclillas o se sentaba, mientras otras dos mujeres la sujetaban. Una se colocaba detrás de ella, rodeándola con los brazos por debajo de los senos para ayudarla a sostenerse mientras respiraba y se preparaba para la siguiente oleada de contracciones uterinas. Le susurraban palabras de aliento y le decían que el bebé estaba a punto de salir. Lo sabían porque ya habían hecho eso antes.

Empujó una última vez, y su bebé, todavía unido a ella por el cordón umbilical, entró en un mundo frío y peligroso. Sus hermanas lo envolvieron y la madre, exhausta, se lo llevó al pecho para amamantarlo.

Estos hechos podrían haber ocurrido hoy, pero lo que acabamos de describir sucedió hace poco más de quince mil años. Lo sabemos porque alguien talló la escena en un trozo de pizarra —la representación más antigua de un parto de la que se tiene constancia en los registros arqueológicos— y la dejó junto a otros antiguos grabados de la vida cotidiana en la que actualmente es la población alemana de Gönnersdorf, situada al sur de Bonn, solo unos kilómetros al oeste del Rin.

Hace quince mil años, nuestro planeta empezaba a salir de la última glaciación. Escandinavia y las islas británicas aún estaban cubiertas de hielo ártico de un kilómetro y medio de espesor. Hoy las zonas no urbanizadas de

Alemania son boscosas, pero al final del Pleistoceno no había un solo árbol en kilómetros a la redonda. Todo era tundra, similar a la de la actual Siberia. El área estaba habitada por especies de animales que hoy se encuentran en las praderas de las regiones polares, como el caribú, el zorro ártico o el buey almizclero. También había especies actualmente desaparecidas, como los mamuts, los rinocerontes lanudos y leones de las cavernas. Los humanos fabricaban herramientas y hacían fuego; cazaban y cocinaban; tenían hijos y creaban obras de arte.

Estas dos últimas actividades se fusionaron en un maravilloso acontecimiento que dio lugar al trozo de pizarra tallada que hoy se conoce como «Plaquette 59». [285] Para el tallador era importante reflejar la contracción de los músculos deltoides de la parturienta y reproducir sus puños apretados. Pero aquí también hay cierto grado de abstracción. Al recién nacido se lo representa como un simple óvalo con dos ojos, unido a su madre por una serpenteante línea. Dos cabezas de caballo, cuyo significado murió con aquella cultura, observan la escena.

El parto siempre ha formado parte de la vida humana, y está íntimamente ligado, aunque de forma un tanto compleja, a la marcha erguida, específicamente a la forma de andar de las mujeres.

Toda mujer que da a luz vive una experiencia única. En cada parto interviene una compleja mezcla de factores como el tamaño de la cabeza y la anchura de los hombros del feto, las dimensiones de la pelvis, la duración de la gestación, la relajación de los ligamentos, el moldeado craneal, las hormonas del estrés, la postura, el respaldo social y los consejos y el enfoque de la comadrona o el obstetra que asiste al parto, entre otras variables. Pero en este mar de variaciones hay también algunos factores constantes, sobre todo cuando se compara el parto humano con el de nuestros parientes primates vivos más cercanos.

Tanto en los humanos como en los grandes simios, el bebé suele estar cabeza abajo en el útero y mirando hacia delante (hacia el vientre de la madre) al final del tercer trimestre. No sabemos demasiado sobre el parto en los simios salvajes, dado que las hembras suelen dar a luz en los árboles, solas y casi siempre de noche, pero, en cambio, sí ha podido observarse de cerca en ejemplares en cautividad.[286]

Las hembras de los simios tienen partos de corta duración, normalmente de unas dos horas. El bebé se abre paso sin problemas por el canal óseo del parto y suele salir boca arriba.[287] Si está en la posición correcta, pues, la madre puede mirar de frente a su cría mientras la expulsa hacia fuera por la vagina, e incluso puede extender los brazos y usar las manos para ayudar a sacarla del canal del

parto. Luego lame y limpia la cara al recién nacido, ayudándole así a despejar las vías respiratorias. La lactancia comienza poco después.

En los humanos, el parto rara vez resulta tan sencillo. El bebé suele nacer en la misma posición que un simio: cabeza abajo y boca arriba. Por término medio, el parto dura catorce horas, pero no es raro que una mujer tarde cuarenta horas o más en dar a luz.[288] Parte de esta duración puede explicarse por el tiempo que tarda el cuello uterino —la unión entre la vagina y el útero— en alcanzar la dilatación necesaria para permitir el paso de una cabeza con las dimensiones propias de un bebé humano.

Cuando mi madre estaba dándome a luz y mi cabeza había alcanzado el borde óseo de su pelvis, me tropecé con mi primer obstáculo. En nuestro cuerpo, la pelvis se inclina hacia delante, de modo que el borde óseo del canal del parto forma un ángulo. Las dimensiones verticales de nuestra pelvis suelen ser demasiado reducidas para que el bebé humano pueda nacer como lo hacen otros primates. La solución que encontré —como casi todos los demás bebés— fue pegar la barbilla al pecho y girar la cabeza hacia un lado de modo que la dimensión más larga de mi cabeza (de delante atrás) se alineara con la dimensión más ancha de la pelvis de mi madre (de lado a lado).[289]

En 1951, el antropólogo Wilton Krogman, de la Universidad de Pensilvania, escribió un influyente artículo en *Scientific American* que llevaba por título «Las cicatrices de la evolución humana».[290] En él sostenía que podemos culpar a la evolución de nuestras muchas imperfecciones, desde los dolores de espalda hasta nuestros dientes torcidos. Sobre el parto, escribió: «No cabe duda de que muchos de los problemas obstétricos de la señora *H. sapiens* se deben a la combinación en la especie de una pelvis más estrecha con una cabeza de mayor tamaño. No tenemos ni idea de cuánto tardará en equilibrarse esa proporción. Parece razonable suponer que la cabeza humana no reducirá materialmente su tamaño, por lo que el ajuste tendrá que producirse en la pelvis; es decir, la evolución debería favorecer a las mujeres con una pelvis ancha y espaciosa».

Pero el problema no es que las mujeres tengan la pelvis estrecha: en sentido horizontal, de lado a lado, resulta lo suficientemente amplia. El problema es que la pelvis humana está aplastada en sentido vertical, de arriba abajo, de manera que la vía por la que suelen nacer los demás primates a nosotros no nos sirve.

¿Y por qué ocurre eso?

Pues precisamente porque somos bípedos.

Los simios tienen la pelvis alta, similar en su forma a la de la mayoría de los otros mamíferos cuadrúpedos. La articulación de la cadera está alejada de la articulación sacroilíaca que une la columna vertebral con la pelvis, lo que

posibilita un canal de parto capaz de alojar fácilmente la cabeza de una cría. Pero ese rasgo anatómico también hace a los simios inestables, vacilantes e inseguros cuando se yerguen sobre dos patas.

Conforme nuestros antepasados se fueron haciendo cada vez más dependientes de la locomoción bípeda, su pelvis fue cambiando de forma. De hecho, la pelvis cambió más que ningún otro hueso de nuestro cuerpo, pasando de ser alta y plana a hacerse corta y robusta. La menor distancia entre la articulación sacroilíaca y la articulación de la cadera hizo descender el centro de masas de nuestros antepasados bípedos, lo que les otorgó mayor estabilidad y eficiencia en la marcha erguida. Pero, al mismo tiempo, el acortamiento de la distancia entre la espalda y las caderas redujo el tamaño del canal del parto. Desde el momento en que se produjo ese cambio, los bebés tuvieron que empezar a girar la cabeza hacia un lado y rotar su cuerpo al nacer.

La forma de la pelvis de Lucy revela que este mecanismo de parto tiene más de tres millones de años de antigüedad.[291]

La mañana del 7 de abril de 1976, las contracciones uterinas de mi madre continuaron empujándome a través del canal del parto hacia una zona llamada plano medio, donde me tropecé con un segundo obstáculo. Dos salientes óseos denominados espinas isquiáticas hacen que esta parte del canal del parto se estreche en sentido horizontal, de lado a lado. De hecho, en esta zona las proporciones del canal del parto se invierten: si normalmente es más ancho de lado a lado que de arriba abajo, aquí ocurre lo contrario. En la mayoría de las pelvis femeninas, este es el punto más estrecho con el que se encuentra el bebé. Y la única forma de atravesarlo es seguir rotando.[292]

«Navegar por el canal del parto —afirma la antropóloga Karen Rosenberg— probablemente constituye la mayor maniobra gimnástica que la mayoría de nosotros haremos en la vida».[293]

Las cambiantes dimensiones del canal de parto de mi madre me hicieron girar en tirabuzón a través del plano medio en dirección a la salida de la pelvis; y tras ese movimiento giratorio terminé encontrándome boca abajo, es decir, de espaldas a mi madre. En esta posición, una madre acuclillada que mire hacia abajo verá la coronilla del bebé. Es lo que se conoce como «presentación occipito-anterior» (u «occipucio anterior»), lo que significa que es la parte posterior de la cabeza la que mira hacia delante. A veces, sin embargo, el bebé no rota como se ha descrito aquí, y, en su lugar, nace de cara, con la parte posterior de la cabeza presionando la parte inferior de la columna vertebral de la madre. Esta posición boca arriba se denomina «presentación occipito-posterior» (u «occipucio posterior») y ocurre aproximadamente en el 5 por ciento de los casos.

La presentación occipito-anterior, la forma más común de alumbramiento en humanos, es la que menos complicaciones conlleva. Pero tiene una pega. Si mi madre hubiera alargado los brazos e intentado ayudarme a salir del canal del parto, como hacen los simios, habría corrido el riesgo de tirar de mi cuello hacia atrás y causarme graves lesiones.

En ese momento del parto yo ya había asomado la cabeza, pero aún no podía decirse que hubiera nacido: todavía tenía que sacar los hombros. Como dijo la protagonista de *Las aventuras de Alicia en el país de las maravillas*, de Lewis Carroll, cuando se vio ante una pequeña puertecita: «Aunque mi cabeza pasara, serviría de muy poco sin mis hombros».[294]

No es raro que surjan complicaciones en este punto, porque los anchos hombros del bebé, orientados perpendicularmente a la cabeza, pueden atascarse en los huesos de la pelvis. El truco consiste en que el bebé saque un hombro antes y el otro después, hundiendo el primero bajo la parte anterior de la pelvis de la madre. De nuevo, una comadrona o una obstetra pueden ayudar en esta maniobra. Una vez que pasaron mis hombros, el resto de mi cuerpo salió con facilidad, y empezó mi vida.

Dado que la forma de la pelvis de nuestros antepasados homininos era muy similar a la nuestra, también ellos debían de necesitar asistencia para dar a luz. De hecho, Karen Rosenberg, actualmente profesora en la Universidad de Delaware, y Wenda Trevathan, una antropóloga de la Universidad Estatal de Nuevo México que también ha asistido a cientos de partos como comadrona, postulan que el «parto rotatorio» de los homininos *sin duda* requería ayudantes. Para ellos, como para todas las culturas humanas actuales, el parto debía de ser un acontecimiento social.[295]

Sin embargo, aun con la asistencia de comadronas u obstetras, el parto humano no está exento de peligro.

«El parto es hermoso —escribe Angela Garbes, autora de *Like a Mother* (Como una madre)—, pero no es bonito. Resulta espeluznante al tiempo que una afirmación de vida, es a la vez glorioso y letal».[296]

En todo el mundo, cerca de trescientas mil mujeres y un millón de bebés mueren cada año durante el parto.[297] En el caso de las madres, las principales causas son hemorragias o infecciones. Los países donde estas tasas de mortalidad son más altas suelen ser también los más pobres y aquellos en los que las mujeres tienen menos derechos reproductivos.

La mortalidad materna resulta especialmente elevada en los lugares donde es habitual el matrimonio infantil y las niñas dan a luz antes de que sus cuerpos terminen de crecer. Según un informe elaborado en 2019 por el Consejo de

Derechos Humanos de las Naciones Unidas, esta es la principal causa de muerte entre las niñas de quince a diecinueve años en los países en desarrollo.[298] En aquellos donde la media de edad de las mujeres al casarse es de veinte años o más, la tasa de mortalidad materna es, por término medio, de una muerte por cada mil quinientos nacimientos.[299] En cambio, en los países donde la media de edad al contraer matrimonio es inferior a los veinte años, la tasa media de mortalidad materna alcanza la alarmante cifra de 1 por cada 200 nacidos vivos; es decir, 7,5 veces más.

Si nos fijamos en el caso concreto de Estados Unidos, en este país mueren cada año unas setecientas mujeres durante el parto, lo que da una tasa aproximada de una por cada cinco mil nacimientos.[300] No es que sea una cifra excelente para una sociedad moderna; de hecho, convierte a Estados Unidos en el cuadragésimo sexto país más peligroso del mundo para que una mujer dé a luz, por delante de Catar y por detrás de Uruguay. Y la situación empeora.

Actualmente las mujeres estadounidenses tienen un 50 por ciento más de probabilidades de morir durante el parto de las que tuvieron sus madres. Los obstetras afirman que ello se debe en parte a que ahora resulta más difícil conseguir una buena atención sanitaria reproductiva por el vertiginoso aumento de los costes médicos, las dificultades para acceder a un seguro médico asequible y el cierre de clínicas de salud para mujeres a causa de disputas en torno al aborto. Asimismo, el racismo institucional que existe en muchos puntos del proceso hace que las mujeres racializadas tengan entre tres y cuatro veces más probabilidades de morir en el parto que las blancas.[301] Y por cada muerte hay un centenar de casos en los que esta está a punto de producirse y en los que se requiere una intervención quirúrgica de urgencia y transfusiones de sangre para salvar la vida de la madre.

Dadas estas elevadas tasas de mortalidad, cabe preguntarse por qué la evolución no ha solucionado el problema. La respuesta es compleja y confusa, pero parte de una idea conocida como «dilema obstétrico».

Probablemente soy el único antropólogo del mundo que supo de la existencia de Bradford Washburn antes que de la de su hermano, Sherwood Washburn.

Bradford (*Brad*) Washburn fue un explorador y montañero que cartografió las Montañas Blancas de Nueva Inglaterra y contribuyó también a cartografiar el Everest y otros picos del Himalaya. Su esposa, Barbara, no menos exploradora que él, fue la primera mujer que coronó el Denali (antiguo monte McKinley), en Alaska. Pero lo más importante para mí es que Brad fue el fundador del Museo de Ciencias de Boston, donde trabajé como educador científico de 1998 a 2003. Allí

conocí a mi mujer, redescubrí mi amor por la ciencia y hallé mi pasión por la paleoantropología.

Un día de 2001, durante el almuerzo, Brad y Barbara Washburn estuvieron contándome historias sobre los primeros días del museo, desde las vicisitudes del búho Spooky, la mascota de la institución, hasta cómo el mayor generador de Van de Graaff del mundo acabó en el aparcamiento del museo. Luego Barbara me preguntó qué me interesaba a mí, y le hablé de mi reciente pasión por los fósiles humanos.

—¿Sabes? —me dijo Brad—, mi hermano Sherry era antropólogo.

En aquel momento yo no tenía ni idea de ello, pero el hermano de Brad, Sherwood (*Sherry*) Washburn, era una auténtica leyenda en el ámbito de la antropología. Su director de tesis doctoral en Harvard, Earnest Hooton, se pasó toda su carrera identificando diferencias entre poblaciones humanas y agrupando a las personas en categorías raciales. Pero Sherry Washburn percibió algo muy distinto en los mismos datos: vio la variación humana como un espectro continuo y coherente, antes que como una división categórica. Este nuevo enfoque de la antropología, que expuso en su obra, ya clásica, «*The New Physical Anthropology*» (publicada en 1951), transformaría nuestra disciplina para siempre y para mejor.[302]

Sherry Washburn también sostenía que el estudio de los primates vivientes podía enseñarnos algo sobre el comportamiento de nuestros antepasados homininos. Cuando los estudios moleculares demostraron que los humanos estaban más estrechamente emparentados con los chimpancés de lo que se creía, hizo suya la tesis de que la bipedación había evolucionado a partir de la locomoción sobre los nudillos. Escribió sobre herramientas de piedra, fósiles de australopitecos y babuinos; pero lo que más le interesaba era el comportamiento de los primitivos humanos.

En 1960, Sherry Washburn publicó un artículo en *Scientific American*. Aunque se centraba sobre todo en la tecnología y el comportamiento social de los antiguos humanos, sus observaciones sobre el parto en nuestra especie han cautivado a los profesionales de nuestra disciplina durante sesenta años. Escribía Sherwood:

> *En los humanos, la adaptación a la locomoción bípeda redujo el tamaño del canal óseo del parto al mismo tiempo que las exigencias del uso de herramientas seleccionaban cerebros de mayor tamaño. Este dilema obstétrico se resolvió mediante el nacimiento del feto en una fase mucho más temprana de su desarrollo. Pero eso solo fue posible porque la madre, ya bípeda y con las manos liberadas de las necesidades locomotrices, podía sostener al bebé indefenso e inmaduro.*[303]

Unas frases más adelante, Washburn hablaba de una «madre de movimientos lentos», incapaz de cazar con un bebé en brazos.

De ahí viene la expresión «dilema obstétrico», que describe de forma sucinta un clásico tira y afloja evolutivo: la pelvis femenina tiene que ser lo bastante grande para poder dar a luz al recién nacido, pero si tuviera un tamaño excesivo, comprometería la locomoción. La solución que encontró la evolución fue una pelvis lo suficientemente grande para permitir el parto, a veces con dificultad, pero no tanto como para impedir andar a la mujer. Para facilitar un poco las cosas —se pensó—, los bebés nacen antes y son más pequeños, pero también están más indefensos.

En su influyente libro *Sapiens*, el historiador Yuval Noah Harari amplió la hipótesis inicial de Washburn. La bipedación requería un canal de parto estrecho —escribía Harari—, «y ello precisamente cuando la cabeza de los bebés se estaba haciendo cada vez mayor. La muerte en el parto se convirtió en un riesgo importante para las hembras humanas. A las mujeres que parían antes, cuando el cerebro y la cabeza del niño eran todavía relativamente pequeños y flexibles, les iba mejor y vivían para tener más hijos».[304]

El dilema obstétrico de Washburn es una elegante hipótesis evolutiva, pero eso no implica que sea correcta. Hoy, una nueva generación de investigadores cuestiona sus supuestos.

Para poner a prueba el postulado de que los humanos nacen antes de tiempo para poder caber por el estrecho canal del parto, la antropóloga Holly Dunsworth, de la Universidad de Rhode Island, y sus colegas compararon la duración de la gestación en diversas especies de primates. Los gorilas gestan durante unas treinta y seis semanas, mientras que en los chimpancés y los bonobos el proceso dura entre treinta y una y treinta y cinco semanas, y en los orangutanes, entre treinta y cuatro y treinta y siete. En los humanos, en cambio, la gestación normalmente se prolonga entre treinta y ocho y cuarenta semanas, lo que supone más de un mes por encima de lo que cabría esperar para un primate de nuestro tamaño.

Las mujeres, pues, no dan a luz antes que las hembras de nuestros congéneres primates, sino *más tarde*. Durante nuestro alargado tercer trimestre, el feto acumula grasa subcutánea, su cerebro crece, y exige cada vez más energía a su madre. En su estudio, realizado en 2012, Dunsworth y sus colegas plantearon la hipótesis de que el parto se desencadena en el punto en que las demandas energéticas del bebé en crecimiento superan la capacidad metabólica de la madre.[305]

Al acercarse el momento del parto, el cerebro del bebé no tiene nada de

pequeño. El cerebro de un recién nacido humano tiene un volumen medio de trescientos setenta centímetros cúbicos, el mismo tamaño que el de un chimpancé *adulto*. Sí, es cierto que nuestros bebés nacen relativamente indefensos, pero no porque nazcan antes de tiempo.[306]

Entonces, ¿por qué la evolución no ha dotado a las hembras humanas de pelvis más espaciosas para que el parto resulte más fácil y seguro? Solo se necesitarían un par de centímetros más en cada uno de los obstáculos óseos con los que se tropieza el bebé: un borde óseo ligeramente más alto y unas espinas isquiáticas ligeramente más anchas.[307]

La explicación que se ha dado por sentada durante largo tiempo, sin demasiadas pruebas que la sustentaran, es que, como el cuerpo de las mujeres está adaptado para el parto, no está tan bien preparado para caminar como el de los hombres. Se creía que esa era la contrapartida evolutiva de tener bebés de cerebro y cuerpo grandes. Agrandar la pelvis femenina, pues, haría insostenible la marcha. Solo en fecha reciente se ha puesto a prueba esta idea, y también parece resultar errónea.

—Al principio lo acepté plenamente —me dijo Anna Warrener, antropóloga de la Universidad de Colorado en Denver, cuando le pregunté si siempre se había mostrado escéptica ante el supuesto de que la forma de andar de las mujeres se veía afectada por el parto—. Sin embargo —añadió—, hasta el momento nadie había recopilado los datos necesarios para comprobar la veracidad de esa hipótesis.

Cuando era estudiante de posgrado en la Universidad de Washington en San Luis, Warrener se asoció con Herman Pontzer —actualmente profesor en la Universidad Duke de Carolina del Norte— para hacer justamente eso. Anna no solo es antropóloga, sino también bailarina de *ballet*, una habilidad que la hace especialmente consciente de las sutiles diferencias que existen en la forma de desplazarse de las personas. Puso a una serie de mujeres y de hombres en cintas de correr y midió la cantidad de CO_2 que exhalaban al caminar. Si exhalaban más, significaba que consumían más energía. También hizo una resonancia magnética a los sujetos de su estudio a fin de medir su pelvis. Según el dilema obstétrico de Washburn, quienes tienen las caderas más anchas son también quienes más energía consumen.

Pero resulta que no es así. En 2015, Warrener informó de que la supuesta relación entre la anchura de las caderas y la eficiencia energética sencillamente no existía.[308]

Para entender lo que podría estar ocurriendo, una gélida mañana de febrero fui a la Universidad Seattle Pacific, en la ciudad homónima, para ver a la

antropóloga Cara Wall-Scheffler. Durante la noche habían caído cinco centímetros de nieve, y Seattle estaba paralizada. Como yo soy de Nueva Inglaterra, no doy mucha importancia al mal tiempo, de modo que me dirigí tranquilamente al despacho de Cara, que estaba abarrotado de libros, papeles y réplicas de fósiles de homininos, además de piezas de Lego de sus hijos. En su mesa había una pelvis de plástico en miniatura. Los estudiantes universitarios que la ayudaban en su investigación no dejaban de asomar la cabeza para ponerla al día de los experimentos sobre locomoción bípeda que realizaban en el laboratorio de al lado.

Cuando ella misma era estudiante de posgrado en la Universidad de Cambridge, Wall-Scheffler se había interesado por los neandertales, en particular por un espectacular esqueleto descubierto en la cueva de Kebara, en Israel. El neandertal de Kebara murió hace unos sesenta mil años y fue enterrado deliberadamente por otros miembros de su grupo. El frágil esqueleto parcial incluía el hioides, varias costillas y una pelvis casi completa.

Cuando Wall-Scheffler examinó la pelvis, se quedó perpleja.

—Ahí estaba aquella pelvis, una pelvis ancha, enorme, en un neandertal macho —me explicó—. Nadie postulaba que los neandertales hubieran tenido más dificultades para caminar debido a la anchura de su pelvis. A mí me preocupaba eso y la idea de que las mujeres sí las tenían, que estaban peor dotadas para caminar. Me parecía un error. Las mujeres son el cuello de botella evolutivo. Son la unidad de selección: las mujeres que transportan a los niños. ¿Por qué la evolución habría de poner trabas a su locomoción, hacerlas menos eficientes? Desde una perspectiva evolutiva no tenía ningún sentido.

Además, diversas investigaciones sobre comunidades de cazadores y recolectores habían puesto de manifiesto la falacia del postulado de la «madre de movimientos lentos» de Washburn. Desde las hadzas de Tanzania hasta las pumés de Venezuela, las mujeres de numerosos pueblos indígenas recorren una media de casi diez kilómetros diarios. No tendría ningún sentido que la evolución dotara a mujeres que caminan tales distancias de una anatomía que hiciera ineficiente la locomoción.[309]

De hecho, los investigadores estaban encontrando pruebas de que en realidad la selección natural ha perfeccionado el esqueleto femenino para adaptarlo al peculiar reto que supone para una hembra de mamífero ser bípeda y estar embarazada.

En 2007, Katherine Whitcome y Daniel Lieberman, del Departamento de Biología Evolutiva Humana de la Universidad de Harvard, y la antropóloga Liza Shapiro, de la Universidad de Texas en Austin, estudiaron lo que ocurre con la

forma de andar y la postura erguida de una mujer durante el embarazo.[310] Cuando la gestación alcanza el tercer trimestre, en la parte delantera del cuerpo de la madre se acumula una considerable porción del volumen del bebé, la placenta y el líquido amniótico, lo que desplaza hacia delante el centro de masas. Los mamíferos cuadrúpedos no tienen ese problema, dado que el aumento de peso producido durante el embarazo no altera su centro de masas.

El comité que otorga los llamados Premios Ig Nobel —que reconocen los logros de investigaciones científicas que en un primer momento pueden parecer absurdas pero luego resultan no serlo— restó importancia a ese hallazgo, calificando el trabajo de Whitcome como un estudio de «por qué las embarazadas no vuelcan». Pero en realidad esa es una buena pregunta: ¿cómo se adaptan las mujeres a medida que cambia su centro de masas durante el embarazo? Resulta que la respuesta está en la zona lumbar de la espalda.

Tanto los hombres como las mujeres tienen cinco vértebras lumbares. En los hombres, las dos inferiores tienen forma de cuña, lo que produce una curva en la columna vertebral que sitúa el torso por encima de las caderas. En las mujeres, en cambio, son *tres* las vértebras inferiores con forma de cuña, lo que hace que en su caso la curva sea mayor. Whitcome descubrió que eso ayuda a las embarazadas a volver a situar el cambiante centro de masas sobre las articulaciones de la cadera, manteniéndolas equilibradas al caminar.

Esta diferencia sexual en la forma de la antepenúltima vértebra lumbar se produjo en una fecha muy temprana en nuestro pasado evolutivo. Whitcome descubrió que ya estaba presente en los australopitecos hace más de dos millones de años.

Al mismo tiempo, Wall-Scheffler ha constatado de forma sistemática que las mujeres caminan con la misma eficiencia que los hombres. Pero en ciertas circunstancias ha descubierto que incluso lo hacen mejor.[311]

Como antropóloga evolutiva, Wall-Scheffler no deseaba limitar sus estudios a sujetos de laboratorio caminando en cintas de andar. Normalmente ninguno de nosotros camina solo en línea recta ni únicamente en superficies planas, como tampoco lo hacían nuestros antepasados. Ni andamos siempre con las manos vacías, como tampoco ellos. Con las manos liberadas gracias a la marcha bípeda, llevaban comida, agua o herramientas y transportaban bebés. Cuando Wall-Scheffler midió cuánta energía consumimos cuando llevamos algo en las manos, lo que descubrió vino a alterar de manera fundamental lo que se había pensado hasta entonces sobre la pelvis femenina y el dilema obstétrico.

Según sus conclusiones, caminar transportando un objeto más o menos del tamaño de un bebé puede incrementar el gasto energético en casi un 20 por

ciento. Pero la cantidad de energía requerida se reduce de manera significativa en los individuos con mayor anchura entre ambos lados de las caderas, como suele ser el caso de las mujeres.[312]

—Las mujeres —me explicó Wall-Scheffler— son, en todos los aspectos, mejores portadoras que los hombres.

En otras palabras: el rasgo anatómico de tener las caderas anchas no guarda relación con dar a luz a los hijos, sino con *llevarlos en brazos*. Pero aún hay más.

Al caminar, los humanos pueden adaptarse a su ritmo más eficiente y mantenerlo para recorrer grandes distancias sin gastar demasiada energía. Pero caminar en grupo, sobre todo cuando hay niños, suele implicar constantes variaciones de ritmo: reducir la velocidad, detenerse y volver a acelerar de nuevo. Según Wall-Scheffler, esas variaciones de ritmo hacen gastar más energía a los hombres; a las mujeres, en cambio, el hecho de tener las caderas más anchas les facilita la tarea.

Mi mujer utilizaba sus caderas como una especie de repisa en la que apoyaba a nuestros bebés mientras deambulaba por casa. Cuando yo intentaba hacer lo mismo, los bebés se deslizaban por mi muslo. Al carecer de esa repisa ósea, tenía que sujetar a mis gemelos solo con los brazos, y al cabo de un rato mis brazos se cansaban. Llevar en brazos a chiquillos inquietos no es tarea fácil, y menos aún caminando diez kilómetros al día, como hacen los cazadores y recolectores modernos.

Las caderas anchas no suponen ningún perjuicio para la locomoción femenina. Constituyen un rasgo adaptativo. Y un rasgo que afecta, además, a la *forma* de andar de muchas mujeres.

Wall-Scheffler, Whitcome y otros investigadores han descubierto que tener las caderas más anchas provoca una mayor rotación o giro al andar. Esto permite a las mujeres, que suelen tener las piernas más cortas que los hombres, dar zancadas más largas de lo que cabría esperar. Tener las caderas más anchas no hace que la marcha de las mujeres resulte menos eficiente; solo mecánicamente distinta.[313]

Está claro, pues, que la locomoción femenina no se ve perjudicada por el hecho de que las mujeres tengan las caderas más anchas, pero la mortalidad materna durante el parto sigue siendo un problema que la evolución ha dejado sin resolver. ¿Por qué razón? Lo cierto es que no lo sabemos, pero los investigadores han planteado diversas hipótesis que están a la espera de una rigurosa verificación científica.

Una de las posibilidades que se manejan es que la elevada tasa de mortalidad

podría ser un fenómeno reciente. Hoy en día, muchas personas subsisten con una dieta rica en azúcares simples. Esto hace que se engendren bebés de mayor tamaño (macrosómicos), y también puede frenar el crecimiento de las niñas (incluida la pelvis) durante la adolescencia. Evidentemente, bebés más grandes y pelvis más pequeñas no forman una buena combinación.[314]

Otros investigadores sugieren que el problema puede tener algo que ver con el clima reinante en el momento y el lugar en los que evolucionaron nuestros primeros ancestros.[315] Actualmente, los miembros de grupos humanos que llevan generaciones viviendo en climas fríos tienden a ser bajos y fornidos, y a tener caderas anchas, puesto que esa forma corporal les ayuda a mantenerse calientes. Al acercarse al ecuador, en cambio, los cuerpos tienden a ser más esbeltos, dado que esa estructura corporal contribuye a mantenerlos más frescos. Dado que *Homo sapiens* evolucionó en el continente africano, gran parte del cual se encuentra cerca del ecuador, es posible que los primeros miembros de nuestro linaje se enfrentaran a un dilema obstétrico en el que la necesidad de protegerse del calor limitara el tamaño del canal del parto.

Otra hipótesis tiene que ver con la relación anatómica entre el canal del parto, las caderas y las rodillas.[316] Separar más las articulaciones de la cadera permitiría que el canal del parto fuera más ancho, pero también implicaría que el ángulo del fémur debería cambiar para mantener las rodillas directamente por debajo del torso a fin de lograr una marcha erguida eficiente. Esto, a su vez, ejercería tanta presión sobre las rodillas que haría intolerable el riesgo de sufrir roturas debilitantes del ligamento cruzado anterior.[317]

Una última hipótesis es la postulada por la antropóloga Wenda Trevathan, quien sugiere que, a la hora de intentar comprender la relación entre la marcha erguida y la mecánica del parto, nos hemos centrado demasiado en la «marcha», pero no lo suficiente en lo de «erguida».[318]

Su idea tiene que ver con el llamado prolapso de órganos pélvicos, una afección potencialmente debilitante en la que el útero, la vejiga o la parte inferior del aparato digestivo descienden hacia la vagina. Esto ocurre cuando los músculos y ligamentos del suelo pélvico se estiran durante el embarazo y el parto, pero luego no se recuperan del todo. Algunos estudios sugieren que los músculos del suelo pélvico se desgarran en uno de cada tres partos, y que el prolapso pélvico afecta al 50 por ciento de las mujeres de todo el mundo.[319] Ese desgarro también puede producirse en los cuadrúpedos, pero sus órganos internos rara vez descienden porque sus canales de parto discurren paralelos al suelo, de modo que se ven relativamente poco afectados por la fuerza de la gravedad. Pero, en cambio, esa fuerza sí resulta significativa cuando se camina erguido.

Ampliar el espacio entre las espinas isquiáticas, la parte más estrecha del canal de parto de una mujer, aliviaría la dificultad de dar a luz, pero también aumentaría el riesgo de prolapso. Tal vez, pues, la estrecha separación entre las espinas isquiáticas fuera una compensación evolutiva para reforzar el suelo pélvico.

Quizá, como ocurrió con el dilema obstétrico de Washburn, ninguna de estas hipótesis resista la prueba científica. En cualquier caso, esta es una de las cuestiones más candentes de la antropología biológica actual.

Aunque las predicciones generadas por el dilema obstétrico no resisten un examen exhaustivo, es obvio que los hombres rinden mejor que las mujeres en las pruebas atléticas en las que hay que correr. ¿O no? Para explorar esta cuestión, tenemos que profundizar un poco más.

A principios de la década de 1950, los aficionados al atletismo esperaban con impaciencia que alguien superara dos hitos. El más conocido era correr una milla (1,6 kilómetros) en menos de cuatro minutos, lo que finalmente consiguió Roger Bannister en mayo de 1954. El otro consistía en correr una maratón en menos de dos horas y veinte minutos. El récord mundial de la maratón llevaba casi treinta años estancado en 2:20 cuando Jim Peters, un exatleta olímpico inglés de treinta y tres años, corrió la Maratón Politécnica de Londres de 1953 en dos horas, dieciocho minutos, cuarenta segundos y dos décimas (2:18:40.2). Actualmente el keniano Eliud Kipchoge ostenta el récord mundial oficial con 2:01:39, y el nuevo objetivo en este momento es romper la barrera de las dos horas.[320]

El año en que Peters estableció su récord en la maratón, el récord femenino estaba en 3:40:22, una marca establecida en el mismo recorrido por Violet Piercy en 1926.[321] Esa marca se mantendría durante casi cuarenta años. ¿Por qué? Pues por la sencilla razón de que a las mujeres casi nunca se las dejaba competir.

La Maratón de Boston no contó con su primera participante femenina, Kathy Switzer, hasta 1967, y aun entonces un comisario de carrera intentó expulsarla físicamente del recorrido. La Maratón Politécnica de Londres no tuvo una división femenina hasta 1976, y de hecho la maratón femenina no llegó a ser prueba olímpica hasta 1984. Aun así, entre 1964 y 1980 las atletas de élite rebajaron en más de una hora el récord mundial; en esos años, el récord masculino de maratón solo se redujo tres minutos.

El acceso y la oportunidad son factores clave. Actualmente el récord de la maratón femenina lo ostenta la keniana Brigid Kosgei, que corrió la Maratón de Chicago de 2019 en 2:14:04. Si pudiéramos retroceder en el tiempo y transportar a Kosgei y su marca al recorrido de la Maratón de Londres de 1953 junto a Jim

Peters, este todavía estaría a un kilómetro y medio por detrás cuando ella cruzara la línea de meta. De hecho, Kosgei habría ostentado el récord de maratón para ambos sexos hasta 1964.

Es cierto que los mejores hombres siguen superando a las mejores mujeres en todo tipo de carreras, desde los cien metros hasta la maratón, porque suelen tener más masa muscular y mayor volumen pulmonar. De hecho, la diferencia entre los récords mundiales es casi siempre de aproximadamente un 10 por ciento. Pero si nos alejamos de los atletas de élite y nos fijamos en la gente corriente, las diferencias entre hombres y mujeres resultan ser objeto de una tremenda exageración.

Un día de 2012, en el hermoso paisaje otoñal de Nueva Inglaterra, me alineé junto con más de un millar de corredores con la esperanza de alcanzar mi objetivo personal de correr una maratón en menos de cuatro horas. Finalmente, crucé la línea de meta en tres horas y cincuenta minutos, un tiempo respetable y ligeramente superior a la media de todos los competidores de aquel día. Por delante de mí llegaron ciento veintiocho mujeres, aproximadamente el 30 por ciento de las que participaban. Es cierto que el mejor corredor masculino fue más rápido que la mejor corredora femenina, pero entre los ciudadanos normales y corrientes las diferencias entre las dotes atléticas de uno y otro sexo se atenúan. Cuanto más largas son las carreras, más se difuminan.

Y a veces incluso se invierten.

¡Pobre Richard Ellsworth! En agosto de 2019 ganó en la categoría masculina de la Carrera de Resistencia de Green Lakes, celebrada en Fayetteville, Nueva York, tras completar el recorrido de cincuenta kilómetros en poco más de cuatro horas. Por desgracia, no le aguardaba ningún trofeo en la línea de meta.[322]

Dando por sentado que el primer clasificado absoluto sería un hombre, las autoridades tenían previsto entregarle un trofeo a él y otro a la mujer más rápida. Pero Ellie Pell tenía otros planes. Llegó ocho minutos antes que Ellsworth, y se llevó los dos trofeos a casa. No era la primera vez que ocurría algo así.

En 2002, Pam Reed fue la ganadora absoluta de la agotadora Ultramaratón de Badwater, una carrera de doscientos diecisiete kilómetros por el Valle de la Muerte que, cruelmente, se disputa nada menos que en el mes de julio. Al año siguiente repitió la hazaña. En 2017, Courtney Dauwalter ganó otra ultramaratón, la Moab 240, tras recorrer los cañones de roca roja de Utah en dos días, nueve horas y cincuenta y nueve minutos. El segundo clasificado, un hombre, cruzó la línea de meta diez horas después. En enero de 2019, Jasmin Paris ganó la Spine Race —una ultramaratón celebrada en el Reino Unido, con un recorrido de 431 kilómetros— con un tiempo de ochenta y tres horas, doce

minutos y veintitrés segundos. Pese a detenerse en cuatro puestos de descanso distribuidos a lo largo del camino a fin de extraer leche materna para una hija de catorce meses que la esperaba en casa, batió el récord de la carrera por una diferencia de doce horas. Asimismo, la corredora Camille Herron ha ganado varias ultramaratones de cincuenta y cien kilómetros.

Las diferencias entre hombres y mujeres deportistas de élite se están acortando, sobre todo en el atletismo de resistencia. Algunos estudios demuestran que los músculos de las piernas de las mujeres tienden a ser más resistentes a la fatiga que los de los hombres. En los deportes que ponen a prueba la resistencia, más que la fuerza y la velocidad, puede que de hecho las mujeres tengan ventaja.[323]

Aun así, sigue prevaleciendo la idea errónea de que la locomoción femenina adolece de algún tipo de deficiencia. La escritora Rebecca Solnit lo califica como una «resaca del Génesis». En su libro *Wanderlust. Una historia del caminar*, postula que dicha actividad «se relaciona con la razón y la libertad», y que históricamente los hombres han pensado que las mujeres «merecen menos» ambas cosas.[324]

Holly Dunsworth, la antropóloga de la Universidad de Rhode Island que puso en cuestión el dilema obstétrico con un fundamento empírico, coincide con ella. «En una cultura fuertemente influenciada por las interpretaciones del libro del Génesis —ha escrito—, el DO [dilema obstétrico] ofrece una reconfortante explicación científica de las consecuencias de la Caída». Sin embargo —añade—, por muy errónea que sea la hipótesis del dilema obstétrico, «los partos difíciles, los alumbramientos peligrosos y […] los bebés indefensos no son culpa de Eva, sino de la evolución».[325]

---

[284] Lucille Clifton, «Homage to My Hips», en *Two-Headed Woman*, Amherst: University of Massachusetts Press, 1980.

[285] Alexander Marshack, «Exploring the Mind of Ice Age Man», *National Geographic*, 147 (1975), p. 85. Francesco d'Errico, «The Oldest Representation of Childbirth», en Paul G. Bahn (ed.), *An Enquiring Mind: Studies in Honor of Alexander Marshack*, Oxford y Oakville (Connecticut): American School of Prehistoric Research, 2009, pp. 99-109.

[286] Pero véase Pamela Heidi Douglas, «Female Sociality During the Daytime Birth of a Wild Bonobo at Luikotale, Democratic Republic of Congo», *Primates*, 55 (2014), pp. 533-542. También se han observado conductas de asistencia al parto en algunos monos. Véase Bin Yang, Peng Zhang, Kang Huang, Paul A. Garber y Bao-Guo Li, «Daytime Birth and Postbirth Behavior of Wild *Rhinopithecus roxellana* in the Qinling Mountains of

China», *Primates,* 57 (2016), pp. 155-160. Wei Ding, Le Yang y Wen Xiao, «Daytime Birth and Parturition Assistant Behavior in Wild Black-and-White Snub-Nosed Monkeys (*Rhinopithecus bieti*) in Yunnan, China», *Behavioural Processes,* 94 (2013), pp. 5-8.

[287] Hirata *et al.* aportaron pruebas de que ocasionalmente los chimpancés se desvían de esta pauta. Satoshi Hirata, Koki Fuwa, Keiko Sugama, Kiyo Kusunoki y Hideko Takeshita, «Mechanism of Birth in Chimpanzees: Humans Are Not Unique Among Primates», *Biology Letters,* vol. 7, n.º 5 (2011), pp. 286-288. Véase también James H. Elder y Robert M. Yerkes, «Chimpanzee Births in Captivity: A Typical Case History and Report of Sixteen Births», *Proceedings of the Royal Society of London B,* 120 (1936), pp. 409-421.

[288] Karen Rosenberg, «The Evolution of Modern Human Childbirth», *Yearbook of Physical Anthropology,* vol. 35, n.º S15 (1992), pp. 89-124.

[289] Hay cierta variación en la mecánica del parto. Véase Dana Walrath, «Rethinking Pelvic Typologies and the Human Birth Mechanism», *Current Anthropology,* 44 (2003), pp. 5-31.

[290] Wilton M. Krogman, «The Scars of Human Evolution», *Scientific American,* 184 (1951), pp. 54-57.

[291] Christine Berge, Rosine Orban-Segebarth y Peter Schmid, «Obstetrical Interpretation of the Australopithecine Pelvic Cavity», *Journal of Human Evolution,* vol. 13, n.º 7 (1984), pp. 573-584. Robert G. Tague y C. Owen Lovejoy, «The Obstetric Pelvis of A.L. 288-1 (Lucy)», *Journal of Human Evolution,* 15 (1986), pp. 237-255. Jeremy M. DeSilva, Natalie M. Laudicina, Karen R. Rosenberg y Wenda R. Trevathan, «Neonatal Shoulder Width Suggests a Semirotational, Oblique Birth Mechanism in *Australopithecus afarensis*», *Anatomical Record,* 300 (2017), pp. 890-899.

[292] Cara M. Wall-Scheffler, Helen K. Kurki y Benjamin M. Auerbach, *The Evolutionary Biology of the Pelvis: An Integrative Approach*, Cambridge: Cambridge University Press, 2020.

[293] En Jennifer Ackerman, «The Downsides of Upright», *National Geographic*, vol. 210, n.º 1 (2006), pp. 126-145.

[294] Lewis Carroll, *Alice's Adventures in Wonderland,* Nueva York: Macmillan, 1865 [trad. cast.: *Las aventuras de Alicia en el país de las maravillas*, o simplemente *Alicia en el país de las maravillas,* con varias eds. disponibles].

[295] Wenda R. Trevathan, *Human Birth: An Evolutionary Perspective,* Nueva York: Aldine de Gruyter, 1987. Karen R. Rosenberg y Wenda R. Trevathan, «Bipedalism and Human Birth: The Obstetrical Dilemma Revisited», *Evolutionary Anthropology,* 4 (1996), pp. 161-168. Karen R. Rosenberg y Wenda R. Trevathan, «The Evolution of Human Birth», *Scientific American,* 285 (2001), pp. 72-77. Wenda R. Trevathan, *Ancient Bodies, Modern Lives,* Oxford: Oxford University Press, 2010. Además, la asistencia al parto no consiste solo en tener un par de manos adicionales listas para sujetar al bebé. Della Campbell, profesora de la Escuela de Enfermería de la Universidad de Delaware, recopiló

datos de un total de seiscientos partos humanos. La mitad de las mujeres que dieron a luz estaban acompañadas de una amiga íntima o pariente femenina; la otra mitad no. Las que tuvieron una acompañante femenina —a la que a menudo se conoce como *doula*— vieron acortados sus partos en más de una hora, lo cual no solo beneficiaba a la madre, sino también al bebé. El test de Apgar, que mide la salud del recién nacido, arrojó mejores puntuaciones en los bebés nacidos en presencia de una doula. Más recientemente, Ellen Hodnett, profesora emérita de la Universidad de Toronto, revisó un conjunto de veintidós estudios en los que se examinaron más de quince mil partos en todo el mundo. La conclusión fue que el apoyo social durante el parto, ya fuera en Irán, Nigeria, Botsuana o Estados Unidos, acortaba su duración y reducía tanto la necesidad de medicación como la posibilidad de que hubiera que practicar una cesárea de urgencia. Nuestros cuerpos están fisiológicamente adaptados a la presencia de ayudantes durante el parto, y dicha presencia reduce la probabilidad de que algo vaya mal. Véase Della Campbell, Marian F. Lake, Michele Falk y Jeffrey R. Backstrand, «A Randomized Control Trial of Continuous Support in Labor by a Lay Doula», *Gynecologic* & *Neonatal Nursing*, vol. 35, n.º 4 (2006), pp. 456-464. Ellen D. Hodnett, Simon Gates, G. Justus Hofmeyr y Carol Sakala, «Continuous Support for Women During Childbirth», *Cochrane Database of Systematic Reviews,* 7 (2013). Véase también el trabajo de Katy Kozhimannil, profesora de la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Minnesota.

[296] Angela Garbes, *Like a Mother: A Feminist Journey Through the Science and Culture of Pregnancy,* Nueva York: HarperCollins, 2018, p. 101.

[297] Organización Mundial de la Salud, «Mortalidad materna», 22 de febrero de 2023, https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/maternal-mortality [tinyurl.com/2p9uy93c].

[298] Organización de las Naciones Unidas, «42.º [periodo] de sesiones del Consejo de Derechos Humanos», 9-27 de septiembre de 2019, https://www.ohchr.org/es/hr-bodies/hrc/regular-sessions/session42/regular-session [tinyurl.com/mud4tcyy].

[299] Cifras basadas en datos en bruto de Max Roser y Hannah Ritchie, «Maternal Mortality», *Our World in Data*, https://ourworldindata.org/maternal-mortality# [tinyurl.com/3k2phnmw]. Wikipedia, «List of Countries by Age at First Marriage», https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_age_at_first_marriage [tinyurl.com/562xms5t].

[300] Donna L. Hoyert y Arialdi M. Miniño, «Maternal Mortality in the United States: Changes in Coding, Publication, and Data Release, 2018», *National Vital Statistics Report*, vol. 69, n.º 2 (2020), pp. 1-16. GBD 2015 Maternal Mortality Collaborators, «Global, Regional and National Levels of Maternal Mortality, 1990-2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2015», *The Lancet,* 388 (2016), pp. 1.775-1.812.

[301] Véase Andreea A. Creanga, Brian T. Bateman, Jill M. Mhyre, Elena Kuklina, Alexander Shilkrut y William M. Callaghan, «Performance of Racial and Ethnic Minority-Serving Hospitals on Delivery-Related Indicators», *American Journal of Obstetrics and*

Gynecology, vol. 211, n.º 6 (2014), 647, pp. e1-16. Jeanne L. Alhusen, Kelly M. Bower, Elizabeth Epstein y Phyllis Sharps, «Racial Discrimination and Adverse Birth Outcomes: An Integrative Review», *Journal of Midwifery and Women's Health*, vol. 61, n.º 6 (2016), pp. 707-720. Christopher W. Kuzawa y Elizabeth Sweet, «Epigenetics and the Embodiment of Race: Developmental Origins of US Racial Disparities in Cardiovascular Health», *American Journal of Human Biology*, vol. 21, n.º 1 (2009), pp. 2-15.

[302] Sherwood L. Washburn, «The New Physical Anthropology», *Transactions of the New York Academy of Sciences*, vol. 13, n.º 7 (1951), pp. 298-304.

[303] Sherwood L. Washburn, «Tools and Human Evolution», *Scientific American,* 203 (1960), pp. 62-75.

[304] Yuval Noah Harari, *Sapiens: A Brief History of Humankind,* Nueva York: HarperCollins, 2015, p. 10 [trad. cast.: *Sapiens. De animales a dioses. Breve historia de la humanidad*, Barcelona: Debate, 2014].

[305] Holly Dunsworth, Anna G. Warrener, Terrence Deacon, Peter T. Ellison y Herman Pontzer, «Metabolic Hypothesis for Human Altriciality», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 109, n.º 38 (2012), pp. 15.212-15.216. Dunsworth la denominó la «hipótesis ECG» (energía, crecimiento, gestación).

[306] Jeremy M. DeSilva y Julie J. Lesnik, «Brain Size at Birth Throughout Human Evolution: A New Method for Estimating Neonatal Brain Size in Hominins», *Journal of Human Evolution,* 55 (2008), pp. 1,064-1,074.

[307] Véase Herman T. Epstein, «Possible Metabolic Constraints on Human Brain Weight at Birth», *American Journal of Physical Anthropology,* 39 (1973), pp. 135-136.

[308] Anna Warrener, Kristi Lewton, Herman Pontzer y Daniel Lieberman, «A Wider Pelvis Does Not Increase Locomotor Cost in Humans, with Implications for the Evolution of Childbirth», *PLOS ONE*, vol. 10 , n.º 3 (2015), e0118903.

[309] Frank W. Marlowe, «Hunter-Gatherers and Human Evolution», *Evolutionary Anthropology*, 14 (2005), pp. 54-67. Charles E. Hilton y Russell D. Greaves, «Seasonality and Sex Differences in Travel Distance and Resource Transport in Venezuelan Foragers», *Current Anthropology*, vol. 49, n.º 1 (2008), pp. 144-153.

[310] Katherine K. Whitcome, Liza J. Shapiro y Daniel E. Lieberman, «Fetal Load and the Evolution of Lumbar Lordosis in Bipedal Hominins», *Nature,* 450 (2007), pp. 1.075-1.078. Aparte de la forma de cuña de las vértebras, las facetas que unen cada una de ellas con la siguiente también exhiben un ángulo más oblicuo en las mujeres; se cree que esto proporciona estabilidad a una espalda que está más curvada y, por tanto, resulta más susceptible a sufrir lesiones.

[311] Cara Wall-Scheffler, «Energetics, Locomotion, and Female Reproduction: Implications for Human Evolution», *Annual Review of Anthropology,* 41 (2012), pp. 71-85. Cara M. Wall-Scheffler y Marcella J. Myers, «The Biomechanical and Energetic Advantage of a Mediolaterally Wide Pelvis in Women», *Anatomical Record,* vol. 300, n.º 4 (2017), pp. 764-775.

[312] Cara M. Wall-Scheffler, K. Geiger y Karen L. Steudel-Numbers, «Infant Carrying: The Role of Increased Locomotor Costs in Early Tool Development», *American Journal of Physical Anthropology,* vol. 133, n.º 2 (2007), pp. 841-846.

[313] Wall-Scheffler y Myers, «The Biomechanical and Energetic Advantage of a Mediolaterally Wide Pelvis in Women». Katherine K. Whitcome, E. Elizabeth Miller y Jessica L. Burns, «Pelvic Rotation Effect on Human Stride Length: Releasing the Constraint of Obstetric Selection», *Anatomical Record,* vol. 300, n.º 4 (2017), pp. 752-763. Laura T. Gruss, Richard Gruss y Daniel Schmid, «Pelvic Breadth and Locomotor Kinematics in Human Evolution», *Anatomical Record,* vol. 300, n.º 4 (2017), pp. 739-751. Véase también Yoel Rak, «Lucy's Pelvic Anatomy: Its Role in Bipedal Gait», *Journal of Human Evolution,* 20 (1991), pp. 283-290.

[314] Jonathan C. K. Wells, Jeremy M. DeSilva y Jay T. Stock, «The Obstetric Dilemma: An Ancient Game of Russian Roulette, or a Variable Dilemma Sensitive to Ecology?», *Yearbook of Physical Anthropology,* vol. 149, n.º S55 (2012), pp. 40-71.

[315] Christopher B. Ruff, «Climate and Body Shape in Hominid Evolution», *Journal of Human Evolution,* vol. 21, n.º 2 (1991), pp. 81-105. Laura T. Gruss y Daniel Schmitt, «The Evolution of the Human Pelvis: Changing Adaptations to Bipedalism, Obstetrics, and Thermoregulation», *Philosophical Transactions of the Royal Society B,* vol. 370, n.º 1.663 (2015). Véase también el análisis de Lia Betti, «Human Variation in Pelvis Shape and the Effects of Climate and Past Population History», *Anatomical Record,* vol. 300, n.º 4 (2017), pp. 687-697.

[316] Pero véase Anna Warrener, Kristin Lewton, Herman Pontzer y Daniel Lieberman, «A Wider Pelvis Does Not Increase Locomotor Cost in Humans, with Implications for the Evolution of Childbirth», *PLOS ONE,* vol. 10, n.º 3 (2015), e0118903. Su hipótesis es que la mayor incidencia de lesiones del ligamento cruzado anterior en las mujeres se debe a que estas tienen menos fuerza muscular que los hombres. En parte, ello podría ser consecuencia de las diferentes formas en que se incentiva (o desincentiva) a uno y otro sexo a participar en actividades deportivas a temprana edad.

[317] Véase la relación entre el llamado valgo de rodilla (o genu valgo) y el riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior en Mary Lloyd Ireland, «The Female ACL: Why Is It More Prone to Injury?», *Orthopaedic Clinics of North America,* vol. 33, n.º 4 (2002), pp. 637-651.

[318] Wenda Trevathan, «Primate Pelvic Anatomy and Implications for Birth», *Philosophical Transactions of the Royal Society B,* vol. 370, n.º 1.663 (2015). Véase también Alik Huseynov *et al.*, «Developmental Evidence for Obstetric Adaptation of the Human Female Pelvis», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 113, n.º 19 (2016), pp. 5.227-5.232. Ekaterina Stansfield, Krishna Kumar, Philipp Mitteroecker y Nicole Grunstra, «Biomechanical Trade-Offs in the Pelvic Floor Constrain the Evolution of the Human Birth Canal», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 118, n.º 16 (2021), e2022159118.

[319] Véase Donna Mazloomdoost, Catrina C. Crisp, Steven D. Kleeman y Rachel N. Pauls, «Primate Care Providers' Experience, Management, and Referral Patterns Regarding Pelvic Floor Disorders: A National Survey», *International Urogynecology Journal,* 29 (2018), pp. 109-118, más las referencias incluidas en dicho texto.

[320] En 2019, Kipchoge corrió los cuarenta y dos kilómetros en menos de dos horas, pero no fue en una competición oficial.

[321] La información sobre los récords de la maratón puede consultarse en Wikipedia, «Marathon world record progression», https://en.wikipedia.org/wiki/Marathon_world_record_progression [tinyurl.com/3kjbjucj].

[322] Véase Hailey Middlebrook, «Woman Wins 50K Ultra Outright, Trophy Snafu for Male Winner Follows», *Runner's World*, 15 de agosto de 2019, https://www.runnersworld.com/news/a28688233/ellie-pell-wins-green-lakes-endurance-run-50k [tinyurl.com/4nbdwpv7].

[323] Véase, por ejemplo, John Temesi *et al.*, «Are Females More Resistant to Extreme Neuromuscular Fatigue?», *Medicine* & *Science in Sports* & *Exercise,* vol. 47, n.º 7 (2015), pp. 1.372-1.382.

[324] Rebecca Solnit, *Wanderlust: A History of Walking*, Nueva York: Penguin Books, 2000, p. 43 [trad. cast.: *Wanderlust. Una historia del caminar*, Madrid: Capitán Swing, 2015]. Dice el Génesis: «Darás a luz a tus hijos con dolor» (3, 16).

[325] Véase Holly Dunsworth, «The Obstetrical Dilemma Unraveled», en Wenda Trevathan y Karen Rosenberg (eds.), *Costly and Cute: Helpless Infants and Human Evolution*, Santa Fe: University of New Mexico Press-School for Advanced Research Press, 2016, p. 29.

12

Las diferencias en la forma de andar y su significado

«Viene la excelsa reina, la gran Juno: lo sé, por sus andares la conozco».

William Shakespeare, *La tempestad*, 1610-1611[326]

Mi mujer y yo trabajamos en la misma universidad y de vez en cuando la veo caminando por la zona verde del campus. La conozco por sus andares, aunque esté demasiado lejos para verle la cara. La forma de andar de cada uno de nosotros es un rasgo único y reconocible, ya se trate del pavoneo ligeramente desequilibrado de John Wayne, los saltitos de Dorothy camino de Oz, el exagerado contoneo de cadera de Mae West o las largas zancadas de Shaggy, el personaje de *Scooby-Doo*.

Esta no es una observación meramente anecdótica.

En 1977, los psicólogos James Cutting y Lynn Kozlowski, de la Universidad Wesleyana de Connecticut, realizaron el que sería el primer experimento de la historia para comprobar si las personas podían identificarse unas a otras por su forma de andar. Filmaron a una serie de individuos caminando, y luego convirtieron digitalmente sus cuerpos en una serie de lucecitas conectadas entre sí, algo parecido a la tecnología de captura de movimiento que se utiliza actualmente en Hollywood; de ese modo, los participantes en el estudio no podían usar pistas como el color del pelo o la forma del cuerpo. Los investigadores descubrieron que, incluso cuando se convertía a los individuos en secuencias de luces, a sus amigos se les daba bastante bien identificarlos.[327]

Desde entonces, varios estudios han confirmado repetidamente que somos capaces de reconocer a nuestros amigos y familiares solo por su forma de andar. Resulta que ciertas regiones del cerebro están especialmente adaptadas para ello.[328]

En un estudio realizado en 2017, por ejemplo, Carina Hahn, actualmente científica social del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de Maryland, invitó a diecinueve sujetos a tenderse en una máquina de resonancia magnética y visualizar una serie de vídeos en los que aparecían personas conocidas acercándose a ellos.[329] Una región del cerebro situada justo detrás de las orejas de los participantes (la parte posterior de un área bilateral conocida como surco temporal superior) se activaba cuando identificaban a la gente por sus andares. Cuando los caminantes se acercaban lo bastante para que el sujeto pudiera reconocer sus rostros, se activaba otra zona distinta de su cerebro.[330]

Pero los andares de una persona nos indican algo más que su identidad. También somos expertos en detectar estados de ánimo, intenciones e incluso rasgos de personalidad por la forma de andar: andar con paso lento y cansino y los hombros caídos se identifica como un signo de tristeza; un paso alegre y vivaz transmite felicidad; pisar con fuerza puede significar enfado… Las investigaciones demuestran que esas inferencias no son solo una mera cuestión de intuición.[331]

Aun así, la gente no siempre interpreta esas señales con absoluta precisión, y a algunos se les da mejor que a otros hacerlo. Un estudio realizado en 2012 en la Universidad de Durham, en el Reino Unido, descubrió que percibimos a los demás como personas aventureras, afectuosas, dignas de confianza, neuróticas, extrovertidas o accesibles en función de su forma de andar, pero que con frecuencia esas personas no se perciben en absoluto del mismo modo. Parece, pues, que las inferencias que hacemos de esta forma no siempre son acertadas.[332]

Pero resulta que entre aquellos a quienes sí se les da especialmente bien acertar se cuentan los psicópatas. En un estudio llevado a cabo en 2013, Angela Book, psicóloga de la Universidad Brock de Ontario, mostró varios vídeos en los que aparecían estudiantes universitarios caminando a un grupo de cuarenta y siete presos de máxima seguridad, a los que luego pidió que clasificaran el grado de vulnerabilidad de los caminantes en una escala del uno al diez.[333] En una entrevista realizada posteriormente, los presos —especialmente los clasificados como psicópatas— revelaron que utilizaban ciertos indicios que detectaban en la forma de andar para identificar a los sujetos débiles o vulnerables que podían ser presa fácil. Enfrentados a la misma tarea, un grupo de estudiantes se mostraron incapaces de detectar tales indicios.

Las implicaciones eran escalofriantes. Como mencionaba la propia Book, Ted

Bundy, un criminal que confesó haber violado y asesinado a treinta mujeres y niñas en la década de 1970, se jactó en cierta ocasión de que podía «distinguir a una víctima por su manera de andar por la calle, por su modo de inclinar la cabeza, por su forma de actuar».[334]

Desde una perspectiva evolutiva, tiene sentido que todos los animales —incluidos los humanos— estén adaptados para identificar distintas especies y a diferentes individuos de cada especie, e incluso para reconocer su estado de ánimo por su forma de moverse.

Dadas las pruebas que indican que en el pasado las diferentes especies de homininos caminaban de forma distinta, sin duda habría sido beneficioso, y quizá incluso una cuestión de vida o muerte, saber si el grupo de homininos que avistabas a lo lejos buscando alimento pertenecía a tu especie o a otra. Puede que una serie de sutiles indicios asociados a su forma de andar te ayudaran a facilitar esa identificación. Y si sus andares revelaban que pertenecían a tu propia especie, ¿podrías saber incluso si eran amigos y familiares o eran extraños? Conocer la respuesta podría haber marcado la diferencia entre evitar un conflicto o provocarlo.

También habría resultado ventajoso discernir el estado de ánimo de un individuo concreto a partir de su forma de andar. ¿Había tenido éxito nuestra partida de caza o se arrastraban con paso cansino y la cabeza gacha? ¿Alguien iba renqueando? ¿Había adoptado el macho dominante una postura sumisa? Esto último podría indicar un cambio de liderazgo, como ocurre actualmente en los grupos de chimpancés.

Las señales asociadas al andar y a la postura podrían haber sido un medio de comunicación crucial en los homininos anteriores al lenguaje oral, probablemente tan importante para nuestros predecesores como lo es hoy para nosotros, o puede que más.

Pero resulta que nuestra peculiar forma de andar no es la única parte de la locomoción bípeda que delata nuestra identidad.

—Las pisadas son como las huellas digitales —me dijo el investigador Omar Costilla-Reyes.

El científico me recibió una fresca mañana de otoño en el Complejo de Ciencias Cognitivas y del Cerebro del campus del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Costilla-Reyes llevaba una sudadera gris con capucha y la cremallera desabrochada que medio cubría una camiseta con el rótulo «I ♥ NASA». Originario de Toluca, una pequeña población situada a las afueras de Ciudad de México, se doctoró en la Universidad de Mánchester, en el Reino

Unido, donde desarrolló un algoritmo que identifica a las personas por las huellas que dejan a su paso.

Costilla-Reyes encontró veinticuatro rasgos distintos en los que las pisadas difieren de una persona a otra. Su algoritmo —me explicó— identifica con precisión a las personas por sus huellas el 99,3 por ciento de las veces, el mejor resultado hasta la fecha en el ámbito del reconocimiento de pisadas.[335]

Me sentí impresionado, pero no pude evitar mostrarme también algo escéptico. ¿Acaso no podría engañar a su algoritmo alguien que falsificara su forma de andar, como hace Keyser Söze al final de *Sospechosos habituales*? Puede que sí —me respondió Costilla-Reyes—, pero conforme se vayan utilizando cada vez más datos para entrenar a los sistemas de aprendizaje automático que utiliza el algoritmo, ni siquiera ese tipo de cosas deberían poder engañarlo.

Empecé a imaginarme los suelos de los aeropuertos equipados con sensores de presión. Los agentes de seguridad aeroportuaria ya no tendrían que escudriñar pasaportes ni tarjetas de embarque. Mediante esos sensores de presión, o con cámaras que capten nuestra forma de andar, los Gobiernos podrían saber quién entra y quién sale de sus países.

Para averiguar más sobre el tema, llamé a Rama Chellappa, profesor de Ingeniería en la Universidad de Maryland y experto en reconocimiento de la marcha y aprendizaje automático. En el año 2000 obtuvo una subvención del Departamento de Defensa estadounidense para investigar la marcha humana como potencial herramienta de identificación, aunque en las dos últimas décadas la comunidad de investigación se ha decantado en general por el reconocimiento facial, considerado una herramienta superior.

—Todos caminamos de forma distinta, pero este es todavía un ejercicio académico —me dijo, señalando que basta un ángulo de cámara incorrecto, o la presencia de variaciones en la superficie de marcha, o el hecho de transportar una carga, para alterar la forma de andar de modo que afecte a la fiabilidad del sistema.

Además —añadió—, sería difícil extraer de una multitud las firmas individuales de cada forma de andar. Recordé una historia (posiblemente apócrifa) sobre espías estadounidenses entrenados para ponerse piedrecitas o calderilla en los zapatos a fin de alterar ligeramente su forma de andar y evitar así ser reconocidos.

Volviendo al MIT, Costilla-Reyes me explicó que, gracias a los avances en visión y aprendizaje automáticos, el reconocimiento facial resulta más barato y eficaz que el reconocimiento de la marcha, pero que combinar ambas cosas podría funcionar muy bien.

Mientras tanto, según Costilla-Reyes, el análisis de la marcha también brinda nuevas posibilidades a los profesionales sanitarios. Uno de los primeros síntomas que aparecen en los pacientes con demencia y alzhéimer es un cambio en su forma de andar, lo cual podría detectarse de manera precoz si las consultas de los médicos y las residencias de ancianos estuvieran dotadas de equipos de detección de presión.[336]

Pero eso no es todo. En 2012, Marios Savvides, ingeniero informático de la Universidad Carnegie Mellon de Pensilvania, desarrolló una aplicación que permite a un teléfono inteligente reconocer los peculiares andares de su propietario. Los diminutos giroscopios y acelerómetros que albergan este tipo de teléfonos móviles pueden detectar sutiles diferencias en la forma de andar. Y dado que cada persona tiene un andar único, el teléfono permanecerá bloqueado si no reconoce la velocidad y el movimiento peculiares del usuario. Algunos funcionarios del Pentágono utilizan una aplicación similar, y se espera que pronto haya disponible una versión comercial.[337]

Caminar siempre ha entrañado algo más que desplazarse de un lugar a otro. Es, y ha sido siempre, un fenómeno social. Hoy agradecemos los reflexivos paseos solitarios de Thoreau, Wordsworth y Darwin, pero rara vez en nuestra historia evolutiva caminar solos ha sido una buena idea. Hasta hace relativamente poco, un solitario paseo contemplativo seguramente habría dado con nuestros huesos en las afiladas mandíbulas de un leopardo.

A menudo caminamos en grupo, como un banco de peces, y parece probable que nuestros antepasados hicieran lo mismo. De forma anecdótica, se sabe desde hace tiempo que las personas que caminan juntas coordinan inconscientemente sus andares, pero ese hecho no se demostró empíricamente hasta 2007.

Ari Zivotofsky, investigador del Laboratorio de Motricidad Ocular y Percepción Visual de la Universidad Bar Ilán de Israel, y su colaborador Jeffrey Hausdorff, de la Universidad de Tel Aviv y el Centro Médico Sourasky de la misma ciudad, invitaron a un grupo de catorce alumnas de secundaria a caminar por un pasillo del colegio y comprobaron que, cuando caminaban en pareja, las niñas sincronizaban sus pasos.[338] El uso de anteojeras que les impedían verse no parecía alterar los resultados y, como cabría esperar, la sincronización se veía facilitada cuando las niñas iban cogidas de la mano. Al leer sobre este dato no pude evitar acordarme de las huellas de Laetoli, aquellas pisadas de homininos de hace 3,66 millones de años que ya delatan una evidente sincronización de la marcha. Puede que los australopitecos que las dejaron fueran cogidos de la mano como aquellas niñas.

Un año después de la publicación del estudio de Zivotofsky, otra investigación reveló que las personas que caminan en cintas de andar adyacentes en el gimnasio también sincronizan sus pasos.[339]

En 2018, Claire Chambers, estudiante de posdoctorado en el Departamento de Neurociencia de la Universidad de Pensilvania, analizó los andares humanos de cerca de trescientos cincuenta vídeos publicados en YouTube. Y encontró pruebas de que, de Londres a Seúl, de Estambul a Nueva York, las personas —incluso completos desconocidos— tienden a sincronizar sus andares en todo el globo.[340]

A veces, no obstante, esa marcha sincronizada tiene un coste.

Stephen King escribió su primer libro, *La larga marcha*, con solo dieciocho años. En él, un centenar de jóvenes y adolescentes se agrupan formando una hilera en la frontera entre Maine y Canadá y empiezan a caminar hacia el sur a 4 millas (unos 6,5 kilómetros) por hora. Si bajan de ese umbral de velocidad reciben una advertencia. Con tres advertencias, son ejecutados por soldados que cabalgan a su lado. Las multitudes se alinean en las calles para animarlos a su paso. La prueba termina cuando solo queda un competidor en pie.[341]

Lo que hace que *La larga marcha* resulte tan apasionante para alguien que, como yo, estudia la locomoción bípeda es el umbral de velocidad elegido: 6,5 kilómetros por hora. Un estudio transcultural realizado por los psicólogos Robert Levine y Ara Norenzayan con más de dos mil personas de treinta y un países distintos reveló que los humanos que caminan solos en llano por las calles de una ciudad alcanzan una velocidad media de casi cinco kilómetros por hora. Los irlandeses y neerlandeses tienden a ser ligeramente más rápidos (5,8 kilómetros por hora), mientras que los brasileños y rumanos pasean a un ritmo más relajado (4 kilómetros por hora).[342]

Un estudio realizado en 2011 por investigadores del Instituto del Movimiento Humano de Múnich recopiló la velocidad de marcha de 358 personas de distintas edades y detectó una media de 4,5 kilómetros por hora, que disminuye gradualmente a medida que envejecemos. A esta velocidad (en torno a cinco kilómetros por hora) la locomoción humana resulta extremadamente eficiente, y los humanos pueden caminar y caminar sin agotarse. Si King hubiera establecido el umbral en cinco kilómetros por hora, su relato no habría resultado tan convincente.[343]

Pero el coste de desplazar nuestro cuerpo aumenta con la velocidad. Los chicos de la novela de King estaban exhaustos, mental, emocional y, desde luego, físicamente. Tener que mantener una velocidad de 6,5 kilómetros por hora para

seguir con vida es lo que hace tan espeluznante la historia de *La larga marcha*.

Hay muchas razones —unas culturales y otras anatómicas— por las que las personas tienden naturalmente a caminar a distintas velocidades, pero una de ellas tiene que ver con ciertos principios energéticos básicos. Intente caminar a su ritmo normal; luego acelere y empiece a andar más deprisa: eso requiere energía. Pero si se mueve a paso de tortuga, también necesita energía adicional para resistirse a la velocidad que prefiere su cuerpo. Todo el mundo tiene una velocidad óptima de marcha; entonces, ¿qué ocurre cuando personas con distintas velocidades óptimas caminan juntas?

Imagine dos caminantes, uno más rápido y otro más lento. ¿Acelera el más lento y absorbe todos los costes energéticos, o reduce la velocidad el más rápido y asume él esa carga? ¿Qué ocurre en un grupo numeroso de personas, todas ellas con diferentes velocidades óptimas de marcha? Cuando los Beatles cruzaban Abbey Road, ¿absorbía Ringo toda la carga energética o solo parte de ella? La respuesta parece ser que la gente tiende a situarse en un punto intermedio, estableciendo inconscientemente una velocidad óptima que minimice los costes energéticos de todo el grupo.

Sin embargo, se produce un sorprendente giro cuando existe una relación sentimental entre dos caminantes.[344] La investigación realizada por la profesora Cara Wall-Scheffler con estudiantes universitarios estadounidenses reveló que en una relación heterosexual es el varón el que asume todo el coste energético. Puede que esto resulte muy caballeroso, pero no es del todo justo desde un punto de vista fisiológico. Wall-Scheffler, que, como hemos visto, fue la investigadora que descubrió que las caderas anchas ayudan a las mujeres a transportar cargas, encontró también que la mayor anchura de sus caderas les brinda una gama de velocidades óptimas de marcha más amplia de la que disponen los hombres. Cuando las mujeres reducen o aumentan su velocidad, no gastan tanta energía como los hombres.

Sin embargo, caminar siempre ha sido algo que hemos hecho juntos. Durante el 97 por ciento de la historia de nuestra especie, y el 99 por ciento del tiempo que los homininos bípedos han caminado sobre la Tierra, hemos sido cazadores y recolectores nómadas. Vagábamos por el paisaje, caminando de una fuente de alimento a otra. Establecíamos campamentos temporales, y cuando los recursos casi se habían agotado, recogíamos nuestras escasas pertenencias y nos trasladábamos juntos.

Algunas poblaciones humanas, como los hadzas de Tanzania y los tsimanés de Bolivia, siguen viviendo así, pero hoy la mayoría de la gente reside en asentamientos permanentes y se alimenta de productos agropecuarios.

Conducimos coches y volamos en aviones. Y muchas de nuestras ciudades, donde habitan más de la mitad de los humanos del planeta, están diseñadas de tal forma que ir andando de un lugar a otro puede resultar difícil o incluso peligroso. Caminar —lo que nos hizo humanos— ya no es, ni de lejos, algo tan habitual como antaño.

«Sí, hubo un tiempo en que todo el mundo caminaba: lo hacían porque no tenían otra opción —escribió el autor británico Geoff Nicholson—. En cuanto pudieron elegir, optaron por no hacerlo».[345]

Como consecuencia, nuestra salud se ha resentido.

---

[326] William Shakespeare, *La tempestad*, acto IV, escena I, trad. de José María Valverde.

[327] James E. Cutting y Lynn T. Kozlowski, «Recognizing Friends by Their Walk: Gait Perception Without Familiarity Cues», *Bulletin of the Psychonomic Society*, 9 (1977), pp. 353-356.

[328] Sarah V. Stevenage, Mark S. Nixon y Kate Vince, «Visual Analysis of Gait as a Cue to Identity», *Applied Cognitive Psychology*, vol. 13, n.º 6 (1999), pp. 513-526. Fani Loula, Sapna Prasad, Kent Harber y Maggie Shiffrar, «Recognizing People from Their Movement», *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, vol. 31, n.º 1 (2005), pp. 210-220. Noa Simhi y Galit Yovel, «The Contribution of the Body and Motion to Whole Person Recognition», *Vision Research,* 122 (2016), pp. 12-20.

[329] Carina A. Hahn y Alice J. O'Toole, «Recognizing Approaching Walkers: Neural Decoding of Person Familiarity in Cortical Areas Responsive to Faces, Bodies, and Biological Motion», *Neuro-Image,* vol. 146, n.º 1 (2017), pp. 859-868.

[330] Aunque no abordaba específicamente la marcha, en 2005, Beatrice de Gelder y sus colegas publicaron un estudio en el que se había mostrado a los sujetos diversas imágenes de expresiones faciales superpuestas a cuerpos que no se correspondían con ellas: por ejemplo, se colocó un rostro con una expresión acogedora sobre un cuerpo con una postura amenazadora, y viceversa. La cuestión que se pretendía dilucidar era si nuestro primer impulso era reaccionar ante la cara o ante la postura corporal. La respuesta —que a mí personalmente me sorprendió— fue que los participantes reaccionaban con mayor frecuencia a la postura corporal que a la expresión facial. Hanneke K. M. Meeren, Corné C. R. J. van Heijnsbergen y Beatrice de Gelder, «Rapid Perceptual Integration of Facial Expression and Emotional Body Language», *Proceedings of the National Academy of Sciences,* vol. 102, n.º 45 (2005), pp. 16.518-16.523.

[331] Shaun Halovic y Christian Kroos, «Not All Is Noticed: Kinematic Cues of Emotion-Specific Gait», *Human Movement Science,* 57 (2018), pp. 478-488. Claire L. Roether, Lars Omlor, Andrea Christensen y Martin A. Giese, «Critical Features for the Perception of Emotion from Gait», *Journal of Vision*, vol. 9, n.º 6 (2009), pp. 1-32. Véase también este

otro estudio fundamental que investiga el tema: Joann M. Montepare, Sabra B. Goldstein y Annmarie Clausen, «The Identification of Emotions from Gait Information», *Journal of Nonverbal Behavior,* 11 (1987), pp. 33-42.

[332] John C. Thoresen, Quoc C. Vuong y Anthony P. Atkinson, «First Impressions: Gait Cues Drive Reliable Trait Judgements», *Cognition*, vol. 124, n.º 3 (2012), pp. 261-271.

[333] Angela Book, Kimberly Costello y Joseph A. Camilleri, «Psychopathy and Victim Selection: The Use of Gait as a Cue to Vulnerability», *Journal of Interpersonal Violence*, vol. 28, n.º 11 (2013), pp. 2.368-2.383.

[334] En su artículo, Book cita a Ronald M. Holmes y Stephen T. Holmes, *Serial Murder,* Nueva York: Sage, 2009.

[335] Omar Costilla-Reyes, Rubén Vera-Rodríguez, Patricia Scully y Krikor B. Ozanyan, «Analysis of Spatio-Temporal Representations for Robust Footstep Recognition with Deep Residual Neural Networks», *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 41, n.º 2 (2018), pp. 285-296.

[336] Joe Verghese *et al.*, «Abnormality of Gait as a Predictor of Non-Alzheimer's Dementia», *New England Journal of Medicine*, vol. 347, n.º 22 (2002), pp. 1.761-1.768. Louis M. Allen, Clive G. Ballard, David J. Burn y Rose Anne Kenny, «Prevalence and Severity of Gait Disorders in Alzheimer's and Non-Alzheimer's Dementias», *Journal of the American Geriatrics Society,* vol. 53, n.º 10 (2005), pp. 1.681-1.687.

[337] Jim Giles, «Cameras Know You by Your Walk», *New Scientist*, 12 de septiembre de 2012, https://www.newscientist.com/article/mg21528835-600-cameras-know-you-by-your-walk [tinyurl.com/37j4e2br]. Joseph Marks, «The Cybersecurity 202: Your Phone Could Soon Recognize You Based on How You Move or Walk», *The Washington Post*, 26 de febrero de 2019, https://www.washingtonpost.com/news/powerpost/paloma/the-cybersecurity-202/2019/02/26/the-cybersecurity-202-your-phone-could-soon-recognize-you-based-on-how-you-move-or-walk/5c744b9b1b326b71858c6c39 [tinyurl.com/bdhuxcf9].

[338] Ari Z. Zivotofsky y Jeffrey M. Hausdorff, «The Sensory Feedback Mechanisms Enabling Couples to Walk Synchronously: An Initial Investigation», *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, vol. 4, n.º 28 (2007), pp. 1-5. Puede verse un estudio más reciente de este mismo equipo en Ari Z. Zivotofsky, Hagar Bernad-Elazari, Pnina Grossman y Jeffrey M. Hausdorff, «The Effects of Dual Tasking on Gait Synchronization During Over-Ground Side-by-Side Walking», *Human Movement Science,* 59 (2018), pp. 20-29.

[339] Niek R. van Ulzen, Claudine J. C. Lamoth, Andreas Daffertshofer, Gün R. Semin y Peter J. Beck, «Characteristics of Instructed and Uninstructed Interpersonal Coordination While Walking Side-by-Side», *Neuroscience Letters*, vol. 432, n.º 2 (2008), pp. 88-93.

[340] Claire Chambers, Gaiqing Kong, Kunlin Wei y Konrad Kording, «Pose Estimates from Online Videos Show That Side-by-Side Walkers Synchronize Movement Under Naturalistic Conditions», *PLOS ONE*, vol. 14, n.º 6 (2019), e0217861.

[341] Stephen King (bajo el seudónimo de Richard Bachman), *The Long Walk,* Nueva York: Signet Books, 1979 [trad. cast.: *La larga marcha*, Barcelona: Debolsillo, 2020]. Envié un correo electrónico a King para preguntarle cómo sabía, siendo solo un estudiante universitario, que hacer caminar a sus participantes a 4 millas (6,5 kilómetros) por hora resultaría más aterrador que hacerlos caminar a 3 (5 kilómetros). Resultó que no lo sabía: creía erróneamente que cuatro millas por hora era la velocidad media a la que caminan los humanos.

[342] Robert V. Levine y Ara Norenzayan, «The Pace of Life in 31 Countries», *Journal of Cross-Cultural Psychology*, vol. 30, n.º 2 (1999), pp. 178-205. Curiosamente, Levine y Norenzayan hallaron una correlación entre el ritmo medio de marcha y tres variables concretas: la temperatura media, la vitalidad económica y la cultura general (individualista o colectivista) del país en cuestión. En los países fríos con economías fuertes y valores individualistas, la gente andaba más deprisa.

[343] Michaela Schimpl *et al.*, «Association Between Walking Speed and Age in Healthy, Free-Living Individuals Using Mobile Accelerometry — A Cross-Cultural Study», *PLOS ONE*, vol. 6, n.º 8 (2011), e23299.

[344] Janelle Wagnild y Cara M. Wall-Scheffler, «Energetic Consequences of Human Sociality: Walking Speed Choices Among Friendly Dyads», *PLOS ONE*, vol. 8, n.º 10 (2013), e76576. Cara Wall-Scheffler y Marcella J. Myers, «Reproductive Costs for Everyone: How Female Loads Impact Human Mobility Strategies», *Journal of Human Evolution*, vol. 64, n.º 5 (2013), pp. 448-456.

[345] Geoff Nicholson, *The Lost Art of Walking,* Nueva York: Riverhead Books, 2008, p. 14.

13

Las mioquinas y el coste de la inmovilidad

«Tengo dos médicos, mi pierna izquierda y mi pierna derecha».

George Macaulay Trevelyan, «Walking», 1913[346]

Me he tropezado recientemente con varios titulares que anunciaban cosas tales como «Diez razones para salir ahora mismo a dar un paseo», «Nueve asombrosos beneficios para la salud de caminar» y «Los beneficios de caminar: quince razones para salir a andar». En su libro de 2014 *Mueve tu ADN*, la especialista en biomecánica Katy Bowman escribía: «Caminar es un superalimento».[347] Pero desde mi perspectiva de estudioso de la evolución humana, yo lo veo de forma un tanto distinta. Caminar es nuestra opción por defecto. A lo largo de toda nuestra historia evolutiva, si queríamos comer, teníamos que andar. Lo que resulta una novedad es *no* hacerlo.

Veamos el efecto que la inmovilidad ha tenido en nuestros huesos.

Nuestro esqueleto está formado por dos tipos distintos de tejido óseo: uno llamado cortical o compacto, que forma la gruesa capa exterior de los huesos, y otro denominado trabecular, ubicado en las articulaciones, que forma una red más fina y esponjosa de tejido óseo dispuesto como un panal. En comparación con nuestros parientes los simios, los humanos tenemos menos de ambos tipos. Pero nosotros dependemos más de nuestro esqueleto trabecular para absorber, como una esponja, las fuerzas de alto impacto ligadas a la bipedación.

Entonces, ¿por qué tenemos tan poco?

Habiba Chirchir, antropóloga biológica de la Universidad Marshall de

Virginia Occidental, utilizó imágenes de tomografía computarizada para calcular la densidad ósea trabecular en esqueletos de humanos, simios y homininos fósiles, y descubrió que los chimpancés, los australopitecos fósiles, los neandertales e incluso los *Homo sapiens* del Pleistoceno tenían todos ellos la misma densidad de hueso trabecular en las articulaciones: entre el 30 y el 40 por ciento. En cambio, los humanos actuales tenemos menos: entre un 20 y un 25 por ciento.[348] Esta disminución de la densidad ósea parece haberse producido de forma repentina en los últimos diez mil años. Habiba sugiere que se debe a que nosotros no nos movemos tanto de un lado a otro como hacían nuestros antepasados.

Tim Ryan, antropólogo de la Universidad Estatal de Pensilvania, es de la misma opinión.[349] El estudio que llevó a cabo con cuatro poblaciones humanas —dos grupos nómadas y dos comunidades agrícolas— reveló que los huesos de los nómadas son más densos que los de los agricultores. Aunque la dieta puede tener algo que ver en ello, la mayoría de los científicos coinciden en que las personas que se mueven menos tienen también una menor densidad ósea. De hecho, los humanos han perdido tanta densidad ósea en los últimos diez mil años como la que pierde un astronauta en una misión debido a la microgravedad en el espacio.[350]

A medida que envejecemos, nuestros huesos se adelgazan de forma natural al disminuir los niveles de estrógenos que estimulan su formación, especialmente en las mujeres posmenopáusicas. Pero dado que ya tenemos una menor densidad ósea, esta reducción adicional puede provocar osteoporosis y fracturas óseas en nuestra población envejecida.

Sin embargo, la osteoporosis podría ser la menor de nuestras preocupaciones.

Cuando cumplí los cuarenta, mi hermano me dijo: «Bienvenido a los últimos nueve», una referencia a los hoyos de golf que implicaba que había llegado a la segunda mitad de mi esperanza de vida. Eso me llevó a preguntarme qué podía hacer para vivir más tiempo y con mejor salud.

La respuesta, según Steven Moore, del Instituto Nacional del Cáncer de Bethesda (Maryland), podría ser tan simple como dar un paseo diario.[351] Él y su equipo de investigación recopilaron datos de 650.000 personas a lo largo de una década, y descubrieron que los que hacían una cantidad de ejercicio equivalente a un paseo diario de veinticinco minutos de duración vivían casi cuatro años más que sus congéneres más sedentarios (salvo que fueran obesos). Incluso un breve paseo diario de diez minutos podría suponer una diferencia de dos años en la esperanza de vida.

Un equipo de investigadores de la Universidad de Cambridge intentaron diferenciar el peso de la inactividad como factores de riesgo de muerte prematura.[352] Tras examinar a más de trescientos mil europeos, encontraron que la inactividad causaba el doble de muertes que la obesidad, y descubrieron que un paseo diario de veinte minutos reducía en una tercera parte el riesgo de muerte. En una charla TED pronunciada en 2012, Bente Klarlund Pedersen, fisióloga de la Universidad de Copenhague, explicó que era «mejor ser gordo y activo que delgado e indolente».[353]

Para entender todo esto, tenemos que profundizar más en la ciencia de la fisiología.

Tras una breve incursión en la astrofísica cuando estudiaba en la Universidad Cornell, cambié de especialidad y me gradué en Fisiología. En lugar de estudiar las galaxias, estudié los cuerpos. El funcionamiento interno de los organismos vivos es tan ajetreado como puede serlo la hora punta en un nudo ferroviario como la estación Grand Central de Nueva York. Las moléculas de nuestro cuerpo están en constante movimiento, en un perpetuo flujo de entradas y salidas. A veces se encuentran y se dan abrazos o apretones de manos; otras veces se cruzan sin mirarse. Algunas llevan regalos; otras llevan armas. La compleja danza molecular resulta a la vez ordenada y caótica.

Caminar afecta a esa danza de manera significativa. Un buen ejemplo de ello, y un ámbito donde se ha realizado gran parte de la investigación sobre el tema, es el cáncer de mama, especialmente una forma denominada cáncer de mama positivo para receptores de estrógenos (ER+, por sus siglas en inglés), que representa dos terceras partes del total de casos. El cáncer de mama es extremadamente complejo, pero veamos sus aspectos básicos.

Los estrógenos que circulan por el torrente sanguíneo hacen que las células del tejido mamario crezcan y se dividan como parte de la fisiología normal de la mujer. Cada vez que una célula se divide, copia su ADN, y cada vez que lo hace existe la posibilidad de que se produzca un error, es decir, una mutación. Normalmente, eso no supone un gran problema, pero si se produce una mutación en un gen que limita la velocidad con la que las células crecen y se dividen, el consiguiente crecimiento incontrolado puede producir el conjunto de células que conocemos como tumor. Por otra parte, una mutación en un gen encargado de mantener esas células en la mama, que es donde deben estar, puede hacer que algunas de ellas se escapen al torrente sanguíneo y terminen asentándose en los pulmones, el hígado, los huesos o el cerebro. Este proceso se denomina *metástasis*, y el resultado es un cáncer de mama en estadio IV.

En Estados Unidos, por ejemplo, se calcula que a una de cada ocho mujeres se le diagnosticará un cáncer de mama a lo largo de su vida. Y anualmente se diagnostica también a casi tres mil hombres. La enfermedad mata cada año a cuarenta mil estadounidenses y a más de medio millón de personas en todo el mundo.[354]

Pero resulta que un paseo diario reduce las probabilidades de desarrollar cáncer de mama.[355] ¿De qué modo? Una posible explicación es que el ejercicio reduce los niveles de estrógeno que circulan por la sangre.[356] En 2016, el equipo de Anne McTiernan, del Centro Fred Hutchinson de Investigación del Cáncer de Seattle, demostró que el ejercicio aumenta la producción corporal de una molécula que los científicos llaman globulina fijadora de hormonas sexuales.[357] Esta molécula se adhiere al estrógeno, reduciendo su concentración en la sangre entre un 10 y un 15 por ciento, con lo que disminuye la probabilidad de que se produzca una mutación en el ADN del tejido mamario.

Pero, aunque se produzca la mutación, el ejercicio parece ayudar a que el ADN dañado se repare por sí solo. Los participantes en el estudio que hacían ejercicio al menos veinte minutos al día mostraban una capacidad ligeramente superior (1,6 por ciento) para reparar los errores de copia del ADN, aunque no está claro cómo ocurre eso.[358]

Si no se corrigen los errores de copia y aparece el cáncer, caminar todavía sigue siendo útil. En un estudio realizado con casi cinco mil mujeres a las que se había diagnosticado cáncer de mama, Crystal Holick y sus antiguos colegas del Centro Fred Hutchinson descubrieron que el ejercicio —incluso caminar solo una hora a la semana— reducía las probabilidades de morir aproximadamente en un 40 por ciento.[359] Un estudio complementario llevado a cabo posteriormente por Ezzeldin Ibrahim y Abdelaziz Al-Homaidh, dos investigadores del cáncer de Arabia Saudí, situó la cifra en el 50 por ciento en el caso del cáncer de mama positivo para receptores de estrógenos.[360] Los científicos descubrieron asimismo que el ejercicio reducía en un 24 por ciento la probabilidad de que el cáncer reapareciera tras su remisión. Se han encontrado reducciones similares en la tasa de recidiva en hombres con cáncer de próstata que caminan de forma rutinaria tras el diagnóstico.[361] De hecho, un estudio realizado en 2016 con cerca de 1,5 millones de personas reveló que el ejercicio moderado reduce el riesgo de desarrollar hasta 13 tipos diferentes de cáncer.[362]

Aunque el cáncer se cobra demasiadas vidas, la principal causa de muerte en los países industrializados son las enfermedades cardiovasculares. En Estados Unidos, por ejemplo, estas son responsables en sus diversas formas de uno de cada cuatro fallecimientos, esto es, de la muerte de seiscientas mil personas al

año.[363] Caminar también puede ayudar a prevenirlas. Las personas que caminan de forma habitual tienen una frecuencia cardiaca y una presión arterial más bajas que las sedentarias. Un estudio realizado en 2002 con algo menos de cuarenta mil hombres estadounidenses reveló que un paseo diario de treinta minutos reducía el riesgo de cardiopatía coronaria en un 18 por ciento.[364]

Las enfermedades coronarias son casi desconocidas en las sociedades de cazadores-recolectores.[365] Dave Raichlen, profesor de Biología Humana de la Universidad del Sur de California, descubrió que los hadzas del norte de Tanzania son catorce veces más activos que el estadounidense medio. También mantienen la tensión arterial más baja y menores niveles de colesterol al envejecer, y no muestran signo alguno de enfermedades cardiovasculares. Un estudio realizado con los tsimanés bolivianos también reveló que, de manera similar, estos sufren menores tasas de enfermedades coronarias y cinco veces menos casos de obstrucción arterial que el habitante medio del mundo industrializado.

Sin duda la dieta tiene mucho que ver en eso, pero hay evidencias de que la actividad física desempeña un papel clave. Aunque quizá no de la forma que probablemente esté pensando el lector.

Herman Pontzer, antropólogo de la Universidad Duke de Carolina del Norte, ha pasado la última década intentando comprender cómo usa la energía el cuerpo humano. Para ello viajó al norte de Tanzania y vivió con los hadzas, recopilando datos acerca de cuánto se mueven y cuánta energía consumen. Todo el mundo, incluido el propio Pontzer, creía que los hadzas gastaban más energía que el típico urbanita. Al fin y al cabo, los hadzas adultos caminan entre diez y quince kilómetros diarios, mientras que en Estados Unidos, por ejemplo, el ciudadano medio —según la empresa Nielsen Media Research— pasa seis horas al día mirando pantallas.[366]

Pero lo que descubrió Pontzer resultó impactante y nos obliga a repensar nuestro cuerpo. La energía diaria total que consumen los activos hadzas y los teleadictos estadounidenses es la misma.[367]

¿Cómo es posible tal cosa?

Una posible pista se oculta en lo único en lo que caminar *no* nos sirve de ayuda: perder peso. Resulta que los humanos somos tan eficientes caminando que una persona que pese setenta kilos tendría que andar al menos ciento diez kilómetros para perder medio.[368] De manera que los pasos adicionales que dan los hadzas en comparación con el típico urbanita en realidad no queman mucha más energía. Pero los hadzas no solo caminan: también cavan, trepan y corren. Sin duda, deberían consumir más energía.

Pontzer me explicó que la hipótesis actualmente más aceptada para explicar ese misterio es que los cuerpos humanos de todo el globo tienen el mismo aporte energético diario.[369] Lo que varía entre las diferentes culturas, y entre las distintas personas, es cómo gastan esa energía. Los hadzas gastan energía en desplazarse de un lugar a otro, recolectar alimentos, combatir enfermedades, transportar niños y criar bebés. Los urbanitas hacen muchas de esas mismas cosas, pero, como no son tan activos, sus cuerpos gastan el exceso de energía en algo completamente distinto: aumentar la respuesta inflamatoria del organismo.

He aquí por qué existe un problema de salud.

El concepto de respuesta inflamatoria hace referencia a la forma en que nuestro organismo recurre a unas grandes células con tareas de vigilancia y forma de ameba llamadas *macrófagos* para repeler infecciones o reparar lesiones. Estas células, cuyo nombre significa literalmente «grandes devoradoras», constituyen un componente clave de nuestro sistema inmunitario. Producen una proteína que combate las infecciones llamada factor de necrosis tumoral (TNF, por sus siglas en inglés). Entre las diversas funciones que desempeña en el organismo, el TNF indica al hipotálamo que aumente la temperatura corporal cuando nos invade un virus o una bacteria; es, obviamente, lo que conocemos como fiebre.

Sin embargo, se ha hallado una correlación entre los niveles crónicamente elevados de TNF y la incidencia de enfermedades cardiacas.[370]

En 2017, Stoyan Dimitrov, de la Universidad de Tubinga, descubrió que caminar puede reducir la producción de TNF. De hecho, se reducía en un 5 por ciento tras una enérgica caminata de veinte minutos.[371]

¿Cómo sucede esto?

La respuesta parece involucrar a toda una clase de proteínas que ni siquiera aparecían en los libros de texto cuando yo estudiaba Fisiología en la universidad.

A finales de la década de 1990, un equipo de investigación dirigido por la fisióloga danesa Bente Klarlund Pedersen se interesó en el estudio de una proteína llamada interleucina-6, que los glóbulos blancos utilizan para comunicarse entre sí.[372] Descubrieron que los niveles de interleucina-6 en los corredores de maratón son cien veces más altos al final de la carrera que al principio.

Para averiguar por qué ocurría tal cosa, Pedersen llevó a cabo un experimento en el que ató unas pesas a los tobillos de seis hombres, que permanecieron sentados en todo momento.[373] Se les puso asimismo una vía intravenosa en cada pierna para poder extraerles sangre. Cada pocos segundos,

los hombres extendían una pierna hacia delante en una especie de patada lenta mientras mantenían la otra pierna inmóvil. Se constató entonces que la concentración de interleucina-6 aumentaba en la sangre extraída de la pierna que se ejercitaba, pero no en la otra. Pedersen supuso que los propios músculos producían interleucina-6 y la liberaban en el torrente sanguíneo.

Era una idea revolucionaria.

Muchos órganos de nuestro cuerpo fabrican moléculas y las liberan en el torrente sanguíneo como una forma de comunicarse con otros órganos. Entre esos órganos con función endocrina se cuentan el páncreas, la hipófisis, los ovarios y los testículos. Pero pocos habían imaginado que también el *músculo* pudiera ser un órgano endocrino hasta que salió a la luz el trabajo de Pedersen. La interleucina-6 fue solo el principio: hasta el momento, los científicos han descubierto más de un centenar de moléculas que nuestros músculos fabrican y liberan en la sangre cuando caminamos. El equipo de Pedersen descubrió asimismo que una de ellas, la oncostatina M, reducía los tumores de tejido mamario en ratones, y podría ser muy bien otra de las razones por las que el ejercicio resulta beneficioso para las personas con cáncer de mama.

En 2003, Pedersen acuñó un nombre para esta asombrosa familia de moléculas: *mioquinas*.[374]

Como mioquina, la interleucina-6 es un antiinflamatorio. Entre otras funciones, ayuda a frenar el problemático factor de necrosis tumoral. Es el ibuprofeno natural del organismo. El equipo de Pedersen también descubrió que la interleucina-6 puede movilizar unas células llamadas «asesinas naturales» para atacar y destruir tumores cancerosos, al menos en ratones.[375]

Por alguna razón, para que esta mioquina funcione, deben fabricarla los músculos durante el ejercicio. Pero resulta que para ello no hace falta caminar. También una persona en silla de ruedas (solo en Estados Unidos hay tres millones) puede generar mioquinas.[376] Un equipo de investigadores del Departamento de Medicina de Rehabilitación de la Universidad Médica de Wakayama, en Japón, han detectado que, después de medias maratones y partidos de baloncesto en silla de ruedas, aumentaban los niveles de interleucina-6, al tiempo que se reducían los de factor de necrosis tumoral. Como decía Juliette Rizzo, ganadora en 2005 del concurso Ms. Wheelchair America, que premia a mujeres en silla de ruedas: «Caminar es una forma de ir de A a B, y eso es lo que hago».

Las mioquinas, sin embargo, no son una poción mágica. No pueden inyectarse ni tragarse. Solo se producen cuando el cuerpo está en movimiento, y en las sociedades modernas no suele estarlo mucho. Como media, por ejemplo,

los estadounidenses dan 5.117 pasos al día, que es una tercera parte de los que da el hadza medio. Pero ¿hace falta caminar tanto para estar sanos? ¿Cuánto deberíamos andar realmente para prevenir cosas tales como las enfermedades cardiacas, ciertos tipos de cáncer o la diabetes de tipo 2?[377]

Según mi teléfono móvil, la respuesta es diez mil pasos al día. Si doy esa cantidad de pasos, la aplicación del podómetro de mi teléfono deja constancia de su aprobación cambiando de color, que pasa del rojo o naranja de la decepción a un alegre verde. ¿De dónde viene ese umbral mágico de los diez mil pasos? Para averiguarlo, tenemos que viajar a Japón y retroceder en el tiempo hasta los Juegos Olímpicos de Verano de 1964.[378]

Ese año, en Tokio, el etíope Abebe Bikila defendió su medalla de oro en la maratón, estableciendo un nuevo récord mundial en 2:12:11.2.[379] El velocista estadounidense Bob Hayes (que posteriormente pasaría a formar parte del Salón de la Fama de la Liga Nacional de Fútbol Americano) corrió los 100 metros por una pista de ceniza en solo 10,06 segundos, igualando el récord mundial. Joe Frazier consiguió el oro en boxeo. Y la gimnasta soviética Larisa Latýnina, que competía en sus últimos Juegos, se llevó a casa otras seis medallas, con lo que alcanzó un total de dieciocho y se convirtió en la deportista olímpica con más medallas hasta que apareció el nadador estadounidense Michael Phelps.

Los Juegos Olímpicos de 1964 se convirtieron en un auténtico motivo de inspiración para el pueblo japonés. Era la primera vez que los juegos se televisaban en directo, y por entonces el 90 por ciento de los hogares japoneses tenían televisor. Yoshiro Hatano, profesor de Salud y Bienestar en la Universidad de Kyushu, vio una oportunidad en ello. Le preocupaba el sedentarismo de los japoneses y el aumento de la obesidad en su país. Sus investigaciones sobre la ambulación revelaban que los japoneses daban entre 3.500 y 5.000 pasos al día, y, según sus cálculos, eso no bastaba para estar sanos.

Al año siguiente, Hatano, en colaboración con el relojero Yamasa Tokei, creó un dispositivo que podía fijarse a la cintura y contar los pasos que daba una persona. Lo llamaron *Manpo-kei*. En japonés, *man* significa «diez mil»; *po*, «paso», y *kei*, «medidor» o «contador». Era, pues, «el contador de diez mil pasos».[380]

La aplicación de marcha de mi teléfono móvil establece por defecto la cantidad de diez mil pasos como meta diaria. La mayoría de las pulseras tipo Fitbit hacen lo mismo. Si bien el objetivo de los diez mil pasos se basaba en algunas investigaciones de Hatano, fue sobre todo un reclamo publicitario y, no obstante, todavía sigue vigente más de medio siglo después. Pero ¿de verdad los datos avalan esa cifra? ¿Cuántos pasos deberíamos dar realmente cada día?

Entre 2011 y 2015, I-Min Lee, epidemióloga del Brigham and Women's

Hospital de Boston, invitó a cerca de diecisiete mil mujeres de una media de edad de setenta y dos años a llevar un acelerómetro durante una semana. En conjunto, resultó que daban una media de 5.499 pasos al día, superando ligeramente el promedio de los adultos estadounidenses.[381]

En los poco más de cuatro años que siguieron, quinientas cuatro de aquellas mujeres fallecieron. Lee descubrió que el número de pasos diarios que daban las participantes en el estudio era un buen indicador para predecir quién seguía viva y quién no. Detectó que a las mujeres que daban una media de al menos 4.400 pasos diarios les iba mucho mejor que a las que daban solo dos mil setecientos. Conforme aumentaba el número de pasos, seguían observándose mejores resultados en comparación con las mujeres que daban menos. Hasta llegar a los 7.500 pasos: a partir de ahí los resultados se estabilizaban. Superar los 7.500 pasos no suponía ninguna diferencia.[382]

En una población más joven, sin embargo, esa estabilización puede producirse en un número de pasos distinto de siete mil quinientos. La cantidad de pasos necesarios para obtener beneficios para la salud depende de la edad y del nivel de actividad. Para simplificar, Lee recomienda a todo el mundo que intente aumentar en dos mil pasos diarios su media actual.[383]

Una forma de añadir esos pasos a nuestra rutina es tener un perro.

Los perros fueron los primeros animales domesticados por nuestra especie.[384] El ADN de una antigua costilla canina hallada en Siberia revela que los humanos y los lobos antecesores de los perros empezaron a convivir hace unos treinta mil años, mientras que los cerdos y las vacas, por ejemplo, se domesticaron más o menos hace diez mil. Cuando los humanos empezamos a migrar por todo el globo, nuestros perros ya caminaban junto a nosotros.

Aun hoy, las personas que tienen perro dan una media diaria de casi tres mil pasos más que las que no lo tienen, y están más cerca de cumplir la recomendación de caminar ciento cincuenta minutos a la semana.[385]

Además de prevenir algunos tipos de cáncer y reducir el riesgo de muerte por enfermedad cardiovascular, un paseo diario puede proteger de enfermedades autoinmunes y ayudar a prevenir la diabetes de tipo 2 al reducir los niveles de azúcar en sangre.[386] Asimismo, mejora la calidad del sueño, baja la presión arterial y disminuye los niveles de cortisol en el torrente sanguíneo, lo que a su vez ayuda a reducir el estrés. En un estudio realizado con cerca de cuarenta mil mujeres mayores de cuarenta y cinco años, un paseo diario de treinta minutos redujo en un 27 por ciento el riesgo de ictus. A pesar de todos estos beneficios para la salud y de los admirables intentos de hacer andar a nuestra sedentaria

población urbanita, esta es una ardua batalla. Muchos futurólogos predicen que nuestros días de caminantes ya han pasado a la historia.

En la novela *Galápagos*, de Kurt Vonnegut, nuestros descendientes de dentro de un millón de años evolucionan para adaptarse a los medios acuáticos. Pierden la capacidad de andar, y su cuerpo adopta una forma más hidrodinámica. La película de animación de Pixar *WALL·E* no llega tan lejos, pero también predice que los humanos del futuro, confinados en tumbonas a bordo de la nave espacial *Axioma*, donde los robots atienden a todas sus necesidades, no caminarán.

¿Sería posible que los humanos dejáramos de hacer justo aquello que nos definió en un primer momento?

Desde luego, espero que no, por el bien de nuestra salud física y, según parece, también de nuestra salud mental.

---

[346] George M. Trevelyan, *Clio, a Muse: And Other Essays Literary and Pedestrian*, Londres: Longmans, Green, 1913.

[347] Katy Bowman, *Move Your DNA: Restore Your Health Through Natural Movement*, Washington D. C.: Propriometrics Press, 2014 [trad. cast.: *Mueve tu ADN. Recuperar la salud con el movimiento natural*, Málaga: Sirio, 2018].

[348] Habiba Chirchir *et al.*, «Recent Origin of Low Trabecular Bone Density in Modern Humans», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 112, n.º 2 (2015), pp. 366-371. Chirchir me advirtió en un correo electrónico de que existe un gran vacío temporal en su muestra y aún no está claro exactamente cuándo se produjo ese cambio a un esqueleto más grácil.

[349] Timothy M. Ryan y Colin N. Shaw, «Gracility of the Modern *Homo sapiens* Skeleton Is the Result of Decreased Biomechanical Loading», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 112, n.º 2 (2015), pp. 372-377. Chirchir confirmó esos mismos resultados poco después en su propio estudio. Habiba Chirchir, Christopher B. Ruff, Juho-Antti Junno y Richard Potts, «Low Trabecular Bone Density in Recent Sedentary Modern Humans», *American Journal of Physical Anthropology*, vol. 162, n.º 3 (2017), pp. 550-560. Lo que yo denomino «densidad ósea» en esta sección es técnicamente la proporción de volumen/área ósea.

[350] Daniela Grimm *et al.*, «The Impact of Microgravity on Bone in Humans», *Bone,* 87 (2016), pp. 44-56. Véase también Riley Black (antes Brian Switek), *Skeleton Keys: The Secret Life of Bone*, Nueva York: Riverhead Books, 2019, p. 108.

[351] Steven C. Moore *et al.*, «Leisure Time Physical Activity of Moderate to Vigorous Intensity and Mortality: A Large Pooled Cohort Analysis», *PLOS ONE*, vol. 9, n.º 11 (2012), e1001335.

[352] Ulf Ekelund *et al.*, «Physical Activity and All-Cause Mortality Across Levels of

Overall and Abdominal Adiposity in European Men and Women: The European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition Study (EPIC)», *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 101, n.º 3 (2015), pp. 613-621.

[353] Bente Klarlund Pedersen, «Making More Minds Up to Move», *TEDx Copenhagen*, 18 de septiembre de 2012.

[354] American Cancer Society, «Breast Cancer: Facts & Figures 2019-2020», https://www.cancer.org/content/dam/cancer-org/research/cancer-facts-and-statistics/breast-cancer-facts-and-figures/breast-cancer-facts-and-figures-2019-2020.pdf[tinyurl.com/5h525phf]. Organización Mundial de la Salud, «Cáncer de mama», https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer [tinyurl.com/yu6pu96a].

[355] Janet S. Hildebrand, Susan M. Gapstur, Peter T. Campbell, Mia M. Gaudet y Alpa V. Patel, «Recreational Physical Activity and Leisure-Time Sitting in Relation to Postmenopausal Breast Cancer Risk», *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, vol. 22, n.º 10 (2013), pp. 1.906-1.912.

[356] Kaoutar Ennour-Idrissi, Elizabeth Maunsell y Caroline Diorio, «Effect of Physical Activity on Sex Hormones in Women: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials», *Breast Cancer Research*, vol. 17 , n.º 139 (2015), pp. 1-11.

[357] Anne McTiernan *et al.*, «Effect of Exercise on Serum Estrogens in Postmenopausal Women», *Cancer Research*, vol. 64, n.º 8 (2004), pp. 2.923-2.928.

[358] Stephanie Whisnant Cash *et al.*, «Recent Physical Activity in Relation to DNA Damage and Repair Using the Comet Assay», *Journal of Physical Activity and Health*, vol. 11, n.º 4 (2014), pp. 770-778.

[359] Crystal N. Holick *et al.*, «Physical Activity and Survival After Diagnosis of Invasive Breast Cancer», *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, vol. 17, n.º 2 (2008), pp. 379-386. Actualmente Holick es vicepresidenta de estrategia y planificación en la empresa Carelon Research.

[360] Curiosamente, esto solo ocurrió en el caso del cáncer de mama con tumores ER +, mientras que en los tumores negativos para receptores de estrógenos (ER–) no se detectó ningún efecto, lo que ilustra el hecho de que el mecanismo mediante el que el ejercicio reduce el riesgo de cáncer de mama pasa por los estrógenos. Ezzeldin M. Ibrahim y Abdelaziz Al-Homaidh, «Physical Activity and Survival After Breast Cancer Diagnosis: Meta-Analysis of Published Studies», *Medical Oncology* (2011), pp. 753-765.

[361] Erin L. Richman *et al.*, «Physical Activity After Diagnosis and Risk of Prostate Cancer Progression: Data from the Cancer of the Prostate Strategic Urologic Research Endeavor», *Cancer Research*, vol. 71, n.º 11 (2011), pp. 3.889-3.895.

[362] Steven C. Moore *et al.*, «Leisure-Time Physical Activity and Risk of 26 Types of Cancer in 1.44 Million Adults», *JAMA Internal Medicine*, vol. 176, n.º 6 (2016), pp. 816-825. Un estudio realizado en 2020 con 750.000 personas encontró resultados similares. El ejercicio moderado reducía el riesgo de contraer siete tipos distintos de

cáncer: de colon (en hombres), endometrio, mieloma, mama, hígado, riñón y linfoma no Hodgkin (en mujeres). Charles E. Matthews *et al.*, «Amount and Intensity of Leisure-Time Physical Activity and Lower Cancer Risk», *Journal of Clinical Oncology*, vol. 38 n.º 7 (2020), pp. 686-697.

[363] Centers for Disease Control and Prevention, «Heart Disease Facts», https://www.cdc.gov/heartdisease/facts.htm [tinyurl.com/326mwbxz].

[364] Mihaela Tanasescu *et al.*, «Exercise Type and Intensity in Relation to Coronary Heart Disease in Men», *Journal of the American Medical Association*, vol. 288, n.º 16 (2002), pp. 1.994-2.000.

[365] David A. Raichlen *et al.*, «Physical Activity Patterns and Biomarkers of Cardiovascular Disease in Hunter-Gatherers», *American Journal of Human Biology*, vol. 29, n.º 2 (2017), e22919.

[366] «El tiempo vuela: Los adultos estadounidenses dedican casi la mitad del día a interactuar con los medios de comunicación», Nielsen, julio de 2018, tinyurl.com/3h79nt6r.

[367] Herman Pontzer *et al.*, «Hunter-Gatherer Energetics and Human Obesity», *PLOS ONE*, vol. 7, n.º 7 (2012), e40503. Herman Pontzer *et al.*, «Constrained Total Energy Expenditure and Metabolic Adaptation to Physical Activity in Adult Humans», *Current Biology*, vol. 26, n.º 3 (2016), pp. 410-417.

[368] Aquí intervienen numerosas variables, como el peso de la persona en cuestión y la velocidad a la que camina. Hay un par de formas distintas de hacer este cálculo, aunque ambas incluyen varios supuestos previos. La primera consiste en adoptar la idea estándar —por más que probablemente imprecisa— de que un humano adulto medio «quema» en torno a 45-65 kilocalorías por kilómetro caminando a unos 5 kilómetros por hora. Suponiendo unas 7.800 kilocalorías por kilogramo —lo cual también resulta impreciso, pero se acepta aquí en aras del argumento—, se obtiene que para perder alrededor de 0,5 kilos hay que caminar unos 70 kilómetros. Un enfoque más acertado es recurrir al «Compendio de Actividades Físicas 2011» [tinyurl.com/bdz7vp83], que asigna a la «caminata» a ritmo moderado tres unidades MET (g/kcal/hora). Haciendo los cálculos pertinentes, el resultado en este caso sería de unos ciento diez kilómetros.

[369] Véase Herman Pontzer, «Energy Constraint as a Novel Mechanism Linking Exercise and Health», *Physiology*, vol. 33, n.º 6 (2018), pp. 384-393. Herman Pontzer, Brian M. Wood y Dave A. Raichlen, «Hunter-Gatherers as Models in Public Health», *Obesity Reviews*, vol. 19, n.º S1 (2018), pp. 24-35. Herman Pontzer, «The Crown Joules: Energetics, Ecology, and Evolution in Humans and Other Primates», *Evolutionary Anthropology*, vol. 26, n.º 1 (2017), pp. 12-24.

[370] Roberto Ferrari, «The Role of TNF in Cardiovascular Disease», *Pharmacological Research*, vol. 40, n.º 2 (1999), pp. 97-105.

[371] El mecanismo es el siguiente: caminar incrementa los niveles de epinefrina y norepinefrina, las cuales activan unos receptores denominados beta-2 adrenérgicos (en

las células inmunitarias), que a su vez regulan a la baja el TNF (citoquinas proinflamatorias). Stoyan Dimitrov, Elaine Hulteng y Suzi Hong, «Inflammation and Exercise: Inhibition of Monocytic Intracellular TNF Production by Acute Exercise Via β_2-Adrenergic Activation», *Brain, Behavior, and Immunity,* 61 (2017), pp. 60-68.

[372] Kenneth Ostrowski, Thomas Rohde, Sven Asp, Peter Schjerling y Bente Klarlund Pedersen, «Pro- and Anti-Inflammatory Cytokine Balance in Strenuous Exercise in Humans», *Journal of Physiology*, vol. 515, n.º 1 (1999), pp. 287-291.

[373] Adam Steensberg *et al.*, «Production of Interleukin-6 in Contracting Human Skeletal Muscles Can Account for the Exercise-Induced Increase in Plasma Interleukin-6», *Journal of Physiology*, vol. 529, n.º 1 (2000), pp. 237-242.

[374] Bente Klarlund Pedersen *et al.*, «Searching for the Exercise Factor: Is IL-6 a Candidate?», *Journal of Muscle Research and Cell Motility,* 24 (2003), pp. 113-119.

[375] Line Pedersen *et al.*, «Voluntary Running Suppresses Tumor Growth Through Epinephrine- and IL-6-Dependent NK Cell Mobilization and Redistribution», *Cell Metabolism,* vol. 23, n.º 3 (2016), pp. 554-562. Véase Alejandro Lucía y Manuel Ramírez, «Muscling In on Cancer», *New England Journal of Medicine,* vol. 375, n.º 9 (2016), pp. 892-894.

[376] T. Kinoshita *et al.*, «Increase in Interleukin-6 Immediately After Wheelchair Basketball Games in Persons with Spinal Cord Injury: Preliminary Report», *Spinal Cord,* vol. 51, n.º 6 (2013), pp. 508-510. T. Ogawa *et al.*, «Elevation of Interleukin-6 and Attenuation of Tumor Necrosis Factor-Alpha During Wheelchair Half Marathon in Athletes with Cervical Spinal Cord Injuries», *Spinal Cord,* 52 (2014), pp. 601-605. La cita de Rizzo procede de Antonia Malchik, *A Walking Life,* Nueva York: Da Capo Press, 2019.

[377] David R. Bassett, Holly R. Wyatt, Helen Thompson, John C. Peters y James O. Hill, «Pedometer-Measured Physical Activity and Health Behaviors in U.S. Adults», *Medicine* & *Science in Sports* & *Exercise,* vol. 42, n.º 10 (2010), pp. 1.819-1.825.

[378] Aunque aquí nos centramos en el umbral de los diez mil pasos, la práctica de contar los pasos tiene un origen mucho más antiguo. Según Jacqueline Wernimont, profesora de Humanidades Digitales e Interacción Social en Dartmouth, el primer podómetro se remonta al siglo XVI, e incluso Napoleón contaba sus pasos por prescripción médica. Lo que ha cambiado con el tiempo es el número de pasos asociados a una buena salud. Véase Jacqueline D. Wernimont, *Numbered Lives: Life and Death in Quantum Media*, Cambridge (Massachusetts): MIT Press, 2019.

[379] Bikila fue el primer atleta olímpico subsahariano que ganó una medalla de oro en la maratón. La ganó en Roma, en 1960, tras correr los cuarenta y dos kilómetros descalzo. Desde su victoria, en 1964, la mitad de todas las medallas de oro de esta prueba han ido a parar a corredores de Etiopía, Kenia o Uganda. Por desgracia, Bikila quedó paralítico tras sufrir un accidente de coche en 1969, y murió en 1973, con solo cuarenta y un años.

[380] Véase Catrine Tudor-Locke, Yoshiro Hatano, Robert P. Pangrazi y Minsoo Kang,

«Revisiting "How Many Steps Are Enough"», *Medicine & Science in Sports & Exercise,* vol. 40, n.º 7 (2008), S537-S543.

[381] I-Min Lee *et al.*, «Association of Step Volume and Intensity with All-Cause Mortality in Older Women», *JAMA Internal Medicine,* vol. 179, n.º 8 (2019), pp. 1.105-1.112.

[382] Carey Goldberg, «10,000 Steps a Day? Study in Older Women Suggests 7,500 Is Just as Good for Living Longer», WBUR, 29 de mayo de 2019, https://www.wbur.org/commonhealth/2019/05/29/10000-steps-longevity-older-women-study [tinyurl.com/2m4bzkjp].

[383] Un reciente estudio publicado en 2023 (un metaanálisis basado en 17 investigaciones previas en las que se hizo un seguimiento de 226.889 personas durante una media de 7 años) ha reducido el umbral a solo 4.000 pasos. Véase, por ejemplo, Carina Farreras, «¡No eran 10.000 pasos, eran 4.000!», *La Vanguardia*, 21 de agosto de 2023, https://www.lavanguardia.com/vivo/20230820/9174618/4-000-nuevas-evidencias-cientificas-desmitifican-10-000-pasos.html [tinyurl.com/33b7kvec]. El estudio en cuestión es: Maciej Banach *et al.*, «The Association Between Daily Step Count and All-Cause and Cardiovascular Mortality: A Meta-Analysis», *European Journal of Preventive Cardiology*, 9 de agosto de 2023, https://academic.oup.com/eurjpc/article/30/18/1975/7226309 [tinyurl.com/yc3mjd93]. (*N. del T.*).

[384] Pontus Skoglund, Erik Ersmark, Eleftheria Palkopoulou y Love Dalén, «Ancient Wolf Genome Reveals an Early Divergence of Domestic Dog Ancestors and Admixture into High-Latitude Breeds», *Current Biology,* vol. 25, n.º 11 (2015), pp. 1.515-1.519. Kari Prassack, Josephine DuBois, Martina Lázničková-Galetová, Mietje Germonpré y Peter S. Ungar, «Dental Microwear as a Behavioral Proxy for Distinguishing Between Canids at the Upper Paleolithic (Gravettian) Site of Predmostí, Czech Republic», *Journal of Archaeological Science,* 115 (2020), 105092.

[385] Philippa M. Dall *et al.*, «The Influence of Dog Ownership on Objective Measures of Free-Living Physical Activity and Sedentary Behavior in Community-Dwelling Older Adults: A Longitudinal Case-Controlled Study», *BMC Public Health,* vol. 17, n.º 1 (2017), pp. 1-9.

[386] Hikaru Hori, Atsuko Ikenouchi-Sugita, Reiji Yoshimura y Jun Nakamura, «Does Subjective Sleep Quality Improve by a Walking Intervention? A Real-World Study in a Japanese Workplace», *BMJ Open,* vol. 6, n.º 10 (2016), e011055. Emily E. Hill *et al.*, «Exercise and Circulating Cortisol Levels: The Intensity Threshold Effect», *Journal of Endocrinological Investigation,* vol. 31, n.º 7 (2008), pp. 587-591. Jacob R. Sattelmair, Tobias Kurth, Julie E. Buring e I-Min Lee, «Physical Activity and Risk of Stroke in Women», *Stroke,* vol. 41, n.º 6 (2010), pp. 1243-1250. Este último estudio reveló lo que se conoce como un «efecto dosis-dependiente», lo que significa que tanto la distancia recorrida como el ritmo de la marcha influían en los resultados.

14

Por qué caminar nos ayuda a pensar

«Además, debes caminar como un camello, del que se dice que es el único animal que rumia al andar».

HENRY DAVID THOREAU, *Caminar*, 1861[387]

Charles Darwin era una persona introvertida. Es cierto que pasó cerca de cinco años recorriendo el mundo a bordo del *Beagle* y registrando las observaciones que darían lugar a algunas de las ideas científicas más importantes formuladas hasta la fecha. Pero por entonces era solo un veinteañero que se embarcaba en lo que vendría a ser como una privilegiada versión naturalista decimonónica de los viajes por Europa que hoy hacen muchos estudiantes con la mochila al hombro antes de empezar la universidad. Tras regresar a casa en 1836, no volvería a poner el pie fuera de las islas británicas.

Solía evitar las conferencias, las fiestas y las grandes reuniones, que le provocaban ansiedad y agravaban un trastorno que le afectaría durante buena parte de su vida adulta. En cambio, pasaba los días en su tranquila residencia de Down House, a unos treinta kilómetros al sureste de Londres, donde casi siempre escribía en su estudio. De vez en cuando recibía alguna que otra visita, pero prefería relacionarse con el mundo por carta. Incluso instaló un espejo en el estudio para poder ver llegar al cartero con solo alzar la vista de su trabajo: la versión decimonónica de pulsar el botón «Actualizar» del correo electrónico.

Sin embargo, Darwin no forjó lo mejor de su pensamiento en aquel estudio. Lo hizo al aire libre, en un sendero en forma de *d* minúscula que bordeaba la linde de su propiedad. Darwin lo llamaba «el camino de arena», aunque hoy se lo

conoce más bien como su «sendero de pensar». Janet Browne, autora de una biografía de Darwin en dos volúmenes, escribía:

> *Como hombre metódico que era, apilaba un montón de trozos de pedernal en la curva del sendero y tiraba uno cada vez que pasaba para asegurarse de dar un número predeterminado de vueltas sin tener que interrumpir el hilo de sus pensamientos. Cinco vueltas al sendero equivalían a media milla más o menos. Era en el camino de arena donde reflexionaba. En aquella relajante rutina, un cierto sentido de pertenencia devino preponderante en la ciencia de Darwin. Configuró su identidad como pensador.*[388]

Darwin recorrió una y otra vez el camino de arena mientras desarrollaba su teoría de la evolución mediante la selección natural. Caminó para reflexionar sobre el mecanismo de movimiento de las plantas trepadoras y para tratar de imaginar qué prodigios polinizaban las orquídeas de fantásticas formas y colores que había descrito en su viaje. Siguió caminando mientras desarrollaba su teoría de la selección sexual y acumulaba pruebas sobre la ascendencia humana. Y dio sus últimos paseos en compañía de su esposa, Emma, mientras pensaba en las lombrices de tierra y su papel en la remodelación gradual del suelo.

En febrero de 2019, yo mismo tuve la metaexperiencia de recorrer el sendero de pensar de Darwin para reflexionar a mi vez acerca de cómo caminar nos ayuda a pensar. Eran las vacaciones escolares en Londres, y tuve que competir con las numerosas familias que acudían en tropel a ver dónde había vivido y trabajado el gran científico. El escritorio de su estudio sigue abarrotado de libros, cartas y pequeñas cajitas de muestras que contienen insectos prendidos con alfileres. En una silla cercana están colgados su chaqueta negra, su bombín, también negro, y un bastón de madera. El bastón tiene un dibujo helicoidal similar a un zarcillo rastrero, y parece recién pulido. La parte inferior, en cambio, está muy desgastada, lo que evidencia los kilómetros recorridos por el camino de arena.

Salí por la cocina situada en la parte de atrás de la casa, toda ella de color crema, pasé junto al enrejado verde y las columnas emparradas que sostienen el porche trasero, crucé el jardín hermosamente cuidado y enfilé el camino de arena. Estaba solo. Hacía un día fresco y ventoso. Unas nubes grises se cernieron en el horizonte y se desplazaron a gran velocidad hasta situarse justo por encima de mí, dejando caer una llovizna intermitente. De vez en cuando, un hueco entre las nubes dejaba entrever el sol, arrancando destellos a las gotas de lluvia.

Podía oír los aviones del cercano aeropuerto de Biggin Hill y el lejano rumor

de algún que otro camión que circulaba por la A233. Pero aquellos sonidos modernos eran fugaces. Me resultaba fácil imaginar que estaba en 1871 y me encontraba dando un paseo con el mismísimo Darwin. Escuchaba el parloteo de las ardillas grises, pero también a estas las ignoraba, puesto que se trata de una especie invasora norteamericana que no se introdujo en Inglaterra hasta 1876.

Tras apilar cinco trozos planos de pedernal en la entrada del sendero para contabilizar las cinco vueltas que pensaba dar, inicié mi paseo, primero por el prado y luego en sentido contrario a las agujas del reloj hacia el bosque. El camino de arena está vivo. Lo sobrevuelan cuervos y estorninos, que llenan el aire con sus trinos y graznidos. La hiedra asciende lentamente por los gruesos troncos de los robles y alisos buscando la luz del sol. Bajo los pies, los hongos descomponen las hojas húmedas y el suelo desprende un refrescante olor a tierra. Cogí una mata de cardo del borde del sendero, y sus pinchos tiraron de los pliegues de mi mano y se engancharon en mi chaqueta. A cada paso crujía la grava del camino y de vez en cuando mis zapatos resbalaban en las piedras húmedas alisadas por miles de pisadas, algunas de ellas del propio Darwin.

Down House no es un lugar mágico ni de culto. Recorrer el camino de arena contando una vuelta por cada trozo de pedernal no me dotó de la sabiduría necesaria para proseguir mi labor científica. En realidad, resulta que cualquier paseo al aire libre puede liberar el potencial de nuestro cerebro. El camino de arena sencillamente es el lugar que en el siglo XIX ayudó a liberar el potencial de un cerebro cuyo pensamiento transformaría el mundo y nuestro lugar en él.

Pero ¿por qué ocurre eso? ¿Por qué caminar nos ayuda a pensar?

Seguramente el lector estará familiarizado con esta situación: uno se enfrenta a un problema (una tarea difícil en el trabajo o en la escuela, una relación complicada, la perspectiva de un cambio profesional…) y no sabe muy bien qué hacer. Así que decide dar un paseo, y en algún momento de la caminata, de repente, se le ocurre la respuesta.[389]

Se dice que el poeta decimonónico inglés William Wordsworth caminó casi trescientos mil kilómetros a lo largo de su vida;[390] seguramente en uno de aquellos paseos descubrió los narcisos danzantes a los que luego cantó en sus poemas. El filósofo francés Jean-Jacques Rousseau dijo en cierta ocasión: «El andar tiene para mí algo que me anima y aviva mis ideas; cuando estoy quieto, apenas puedo discurrir: es preciso que mi cuerpo esté en movimiento para que se mueva mi espíritu».[391] Los paseos de Ralph Waldo Emerson y Henry David Thoreau por los bosques de Nueva Inglaterra inspiraron sus escritos, entre ellos *Caminar*, el tratado de Thoreau sobre el tema. John Muir, Jonathan Swift,

Immanuel Kant, Ludwig van Beethoven y Friedrich Nietzsche eran todos ellos caminantes obsesivos. Nietzsche, que caminaba todos los días con su cuaderno de notas entre las once de la mañana y la una de la tarde, afirmó: «Solo tienen valor los pensamientos que nos vienen mientras andamos»[392]. Charles Dickens prefería dar largos paseos por Londres durante la noche. «De noche el camino era tan solitario que me adormecía el monótono sonido de mis propios pies manteniendo su paso regular de cuatro millas por hora —escribió—. Caminaba una milla tras otra sin la menor sensación de esfuerzo, profundamente adormecido entre constantes ensoñaciones».[393] En época más reciente, los paseos se convirtieron también en una parte importante del proceso creativo del cofundador de Apple, Steve Jobs.

Es importante detenerse a reflexionar aquí acerca de algo que todos estos célebres caminantes tienen en común: todos ellos son hombres. Se ha escrito muy poco sobre mujeres famosas que pasearan con regularidad. Virginia Woolf es una excepción; otra es Simone de Beauvoir. Más recientemente, Robyn Davidson recorrió Australia a pie con su perro y cuatro camellos, y luego escribió sobre ello en su libro *Las huellas del desierto*.[394] En 1999, Dorris Haddock, una abuela de ochenta y nueve años de Dublin, Nuevo Hampshire, caminó más de cinco mil kilómetros de costa a costa de Estados Unidos para protestar contra las leyes de financiación de las campañas electorales estadounidenses.

Históricamente, sin embargo, caminar ha sido sobre todo un privilegio de hombres blancos. A los negros solían detenerlos, o algo peor. Las mujeres que salían a pasear eran objeto de acoso, o también algo peor.[395] Y, obviamente, rara vez en nuestra historia evolutiva fue seguro para alguien andar solo.

Quizá sea mera casualidad que tantos grandes pensadores fueran caminantes obsesivos. Podría haber perfectamente otros tantos no menos brillantes que nunca tuvieron el hábito de pasear. ¿Caminaban todos los días William Shakespeare, Jane Austen o Toni Morrison? ¿Y Frederick Douglass, Marie Curie o Isaac Newton? Stephen Hawking, un genio extraordinario, dejó de andar tras quedar paralizado por la esclerosis lateral amiotrófica. De modo que caminar no resulta esencial para pensar. Pero no cabe duda de que ayuda.

Marily Oppezzo, psicóloga de la Universidad de Stanford, solía pasear por el campus con su director de tesis para comentar los resultados del trabajo de laboratorio e intercambiar ideas para nuevos proyectos. Un día se les ocurrió comprobar los potenciales efectos beneficiosos de caminar en el pensamiento creativo. ¿Había algo de cierto en la vieja idea de que andar y pensar iban de la mano?

Oppezzo diseñó un elegante experimento.[396] Se pidió a un grupo de estudiantes de Stanford que enumeraran todos los usos creativos que se les ocurriera que pudieran darse a objetos corrientes. Un frisbi, por ejemplo, puede usarse como un juguete para perros, pero también como sombrero, como plato, como una bañera para pájaros o una pequeña pala. Cuantos más usos novedosos fuera capaz de enumerar un alumno, mayor sería su puntuación de creatividad. La mitad de los estudiantes permanecieron sentados durante una hora antes de realizar la prueba; el resto caminaron en una cinta de andar.

Los resultados fueron asombrosos: las puntuaciones de creatividad mejoraban un 60 por ciento después de haber estado andando.

Unos años antes, Michelle Voss, profesora de Psicología en la Universidad de Iowa, había estudiado los efectos de caminar en la conectividad cerebral. Para ello reclutó a un grupo de sesenta y cinco voluntarios teleadictos de entre cincuenta y cinco y ochenta años, y les tomó imágenes cerebrales mediante resonancia magnética. Durante el año siguiente, la mitad de los voluntarios estuvieron dando paseos de cuarenta minutos tres veces por semana, mientras los demás seguían pasando las horas viendo reposiciones de *Las chicas de oro* (no hay ningún juicio de valor aquí; personalmente, me encantan Blanche y Dorothy) y solo hicieron algunos ejercicios de estiramiento como medida de control.[397] Al cabo de un año, Voss volvió a meterlos a todos en la máquina de resonancia magnética y a tomar imágenes de su cerebro. En el grupo de control no había cambiado gran cosa, pero los caminantes exhibían una mejora significativa de la conectividad en ciertas regiones cerebrales que se sabe que desempeñan un importante papel en nuestra capacidad de pensar de forma creativa.

Caminar, pues, modifica nuestro cerebro, y no solo influye en la creatividad, sino también en la memoria.

En 2004, Jennifer Weuve, profesora de la Facultad de Salud Pública de la Universidad de Boston, estudió la relación entre el hábito de caminar y el deterioro cognitivo en una muestra de 18.766 mujeres de entre 70 y 81 años.[398] Su equipo les pidió que nombraran tantos animales como pudieran en un minuto: las que caminaban con regularidad mencionaban animales como los pingüinos, pandas y pangolines con mayor frecuencia que las más sedentarias. Luego Weuve leyó una serie de números y pidió a las mujeres que los repitieran en orden inverso: de nuevo, las que caminaban de forma habitual realizaron la tarea con mucha mayor facilidad que las que no lo hacían. Weuve descubrió que incluso andar tan solo noventa minutos a la semana reducía la velocidad a la que disminuía la cognición con el paso del tiempo. Por lo tanto, dado que el deterioro cognitivo es justamente lo que marca las primeras fases de la demencia, caminar

podría prevenir este tipo de enfermedad neurodegenerativa.

Sin embargo, correlación no es lo mismo que causalidad. Si así fuera, se podría interpretar que los cementerios son lugares donde caen gigantescas piedras del cielo y matan a personas desprevenidas, en su mayoría ancianos. Quizá la flecha de la causalidad apuntara en realidad en sentido inverso: puede que las personas mentalmente activas simplemente fueran más propensas a salir a pasear. Para dilucidarlo, los investigadores tenían que profundizar más.

A tal fin, hagamos una visita al laboratorio de anatomía macroscópica donde mis alumnos diseccionan cadáveres humanos.

Cuando llega el mes de agosto, mis alumnos ya han pasado ocho intensas semanas explorando cada centímetro del interior de aquellos cuerpos que sus poseedores donaron en vida para que a su muerte los diseccionaran los estudiantes de Medicina del Dartmouth College. Han separado tejidos para encontrar válvulas cardíacas fibrosas y arterias calcificadas. Han seguido el recorrido de vasos sanguíneos que forman bucles tan enrevesados como la red viaria que rodea Boston. La grave quietud de la sala de disección se transforma en un estimulante runrún cuando los estudiantes descubren una prótesis de cadera o la malla de un estent. La reacción es menos festiva cuando un alumno descubre un tumor canceroso o perfora accidentalmente el intestino delgado.

Después de cada disección, los alumnos devuelven los órganos a su sitio y vuelven a doblar las capas de tejido y piel como si estuvieran cerrando las páginas de un texto sagrado. He visto a algunos de ellos sostener con delicadeza las manos de su primer paciente mientras sus compañeros cortaban su finísima piel. Los cadáveres son los mejores maestros que tendrán jamás mis alumnos.

Puede que al lector le sorprenda que alguien que se dedica a estudiar los fósiles también enseñe Anatomía a estudiantes de Medicina. No debería. Los paleontólogos tenemos que saber de anatomía. Un determinado fósil puede ser de cualquiera de los más de doscientos huesos distintos del cuerpo y pertenecer a cualquiera de las docenas de especies distintas de animales que habitaron el paisaje en cuestión. Cuando recojo un fósil, tengo que determinar rápidamente de qué hueso podría tratarse. ¿Es un húmero, una vértebra, parte de una mandíbula? ¿Es de un antiguo antílope o de una cebra? ¿De un mono o de un humano primitivo? Las pequeñas protuberancias de los huesos fósiles dan pistas sobre los músculos y ligamentos que se anclaron allí cuando el animal estaba vivo. Algunos huesos presentan asimismo surcos y orificios que hace millones de años, cuando los corazones de sus poseedores aún latían, habrían permitido el paso de vasos sanguíneos y nervios. Todo esto requiere conocimientos de anatomía, y eso

implica muchas horas en el laboratorio de disección.

La novena semana entran en escena las sierras. Las jornadas previas en las que se separaron delicadamente los tejidos para identificar músculos, nervios y vasos sanguíneos dan paso ahora al acto brutal de extraer el cerebro. Serrar la parte superior de un cráneo es algo que disgusta a muchos estudiantes, y así debe ser, puesto que se trata de un acto extremadamente antinatural. Cuando se apaga el zumbido de las sierras eléctricas, la sala se queda en silencio. Pocos estudiantes hablan, y a ninguno se le ocurre bromear. En el aire flota un olor a chamusquina que recuerda al del pelo quemado. A veces hace falta un martillo y un cincel para romper zonas demasiado gruesas para que penetre la sierra.

Los estudiantes suelen expresar emoción cuando sostienen un corazón en las manos, pero se sobrecogen al sostener un cerebro. El cerebro *es* la persona. Mis alumnos a menudo se sorprenden de lo ligero y esponjoso que es, y de lo vulnerable que resulta. Pasan los dedos por los surcos y circunvoluciones. Con un gran cuchillo, uno de ellos corta el cerebro como si fuera un melón, dividiéndolo en dos mitades iguales, los hemisferios izquierdo y derecho. Encima del tallo cerebral hay un grueso bucle de tejido más o menos de la longitud de mi dedo meñique. A mí me parece una especie de gominola en forma de gusano, pero a los primeros anatomistas les recordó a la cola de un caballito de mar, de modo que lo denominaron hipocampo, como el mítico monstruo marino griego que tenía cuerpo de caballo y cola de pez. El hipocampo es el centro de la memoria. Cuando las neuronas de ese pequeño trocito de cerebro se activaban, almacenaban los numerosos recuerdos de nuestro cadáver.

Puede que en sus últimos años ya no recordara el nombre de su profesora de tercero, pero sí rememorara claramente la forma y el color de sus gafas. Tal vez aún pudiera evocar el olor a tierra de su perrita de la infancia después de una excursión por el bosque. Podía pedirle a su hipocampo que recordara el momento exacto en que la chica de la que llevaba tres años enamorado en secreto le sonrió, mientras su profesor de Lengua del instituto leía un poema que aún era capaz de repetir. Todavía podía sentir los pétalos aterciopelados de la orquídea que ella llevaba en el pelo el día de su boda. Hasta recordaba cuántos jonrones había hecho su beisbolista favorito en su mejor año. Pero, en cambio, algunos días no podía acordarse del nombre de su mujer. Eso le desconcertaba y le frustraba. Y entonces se enfadaba. Cuando se calmaba, ella le cogía de la mano, y él le cantaba enterita la canción del día de su boda a una mujer cuyo nombre había olvidado. Puede que el día de su muerte le pidiera a su hijo que pusiera el partido de béisbol en la tele y al momento le dijera que la perrita de su infancia estaba en el patio trasero y había que entrarla en casa.

El dolor y la frustración del olvido deberían llevarnos a hacer todo lo posible por conservar esta región del cerebro, el almacén central de nuestros recuerdos. Es cierto que hay otros tipos de recuerdos que se guardan en otras partes del cerebro: la capacidad de reconocer caras, los llamados recuerdos implícitos (por ejemplo, cómo montar en bicicleta) y los denominados recuerdos explícitos (como la fecha de inicio de la Segunda Guerra Mundial). Pero el hipocampo es el depositario de las historias de nuestra vida.

Sin embargo, a medida que envejecemos, nuestro cerebro se va haciendo más pequeño. En los últimos años, el hipocampo se encoge a un ritmo de un 1-2 por ciento cada año, y cada vez resulta más y más difícil recordar cosas que antes nos venían a la mente al instante. Un colega mío que estaba a punto de jubilarse solía bromear diciendo que al hombrecillo que había en su cerebro le costaba más trabajo revolver en el archivador de los recuerdos para encontrar lo que buscaba: había más archivos que revisar, ya no estaban bien organizados, y el hombrecillo tenía que andar apoyándose en un bastón.

¿Y qué podemos hacer al respecto?

Pues ni más ni menos que caminar.

En 2011, un equipo de psicólogos de la Universidad de Pittsburgh reunieron a ciento veinte personas mayores pero en buenas condiciones físicas de su comunidad.[399] Les hicieron a todos resonancias magnéticas y midieron el tamaño de su hipocampo. Después, pidieron a la mitad de ellos que caminaran cuarenta minutos tres veces por semana. La otra mitad se limitó a hacer estiramientos, sin dar aquellos largos paseos. Al cabo de un año, el grupo de los estiramientos había perdido entre el 1 y el 2 por ciento del volumen del hipocampo: era justo lo que cabía esperar. Pero en el grupo de los caminantes ocurrió algo extraordinario: su hipocampo no solo no había perdido volumen, sino que de hecho lo había *ganado*. Por término medio, el hipocampo de los integrantes del grupo que caminaba había crecido un 2 por ciento; y, en consecuencia, su memoria había mejorado.

Resulta que el hipocampo puede regenerarse, e incluso un simple paseo diario puede favorecer su crecimiento. Caminar, pues, no solo puede retrasar algunos efectos del envejecimiento, sino invertirlos. Pero ¿cómo ocurre tal cosa?

Una posible explicación es que caminar, o, de hecho, cualquier ejercicio, ayuda a que la sangre fluya. Y, ciertamente, así ocurre. En 2018, Sophie Carter, de la Universidad John Moores de Liverpool, realizó resonancias magnéticas cerebrales a personas que caminaban dos minutos aproximadamente cada media hora y a otras que permanecían sentadas todo el día,[400] y descubrió que quienes

se levantaban a caminar regularmente tenían un flujo sanguíneo significativamente mayor en las arterias cerebral media y carótida. Pero la sangre es solo un vehículo; sin duda, debía de transportar algo de vital importancia para el cerebro. Pero ¿qué?

Mioquinas. Estas moléculas —que, como ya hemos dicho, se liberan al contraerse los músculos— se dirigen al cerebro a través del flujo sanguíneo. Una de estas mioquinas se conoce como irisina, en honor a Iris, la diosa griega del arcoíris y mensajera personal de Hera. En 2019, un equipo de investigadores de la Universidad Federal de Río de Janeiro hallaron niveles alarmantemente bajos de irisina en humanos con alzhéimer, una enfermedad que afecta a una de cada diez personas mayores de sesenta y cinco años.[401]

Cuando los investigadores brasileños bloquearon la producción de irisina en ratones, nuestros parientes roedores obtuvieron pésimos resultados al intentar recordar dónde estaba el queso en un laberinto. Al restablecer el flujo de irisina, los mismos ratones se recuperaron. Además, los que obtuvieron mejores resultados eran los que hacían más ejercicio. En los ratones, al menos, la irisina va directamente al hipocampo, donde protege las neuronas de la degeneración.

Otra de estas mioquinas es el denominado factor neurotrófico derivado del cerebro, o FNDC. No tiene un nombre tan sonoro como la irisina, pero podría desempeñar incluso un papel más crucial. Los participantes del estudio de la Universidad de Pittsburgh en los que se constató un aumento del 2 por ciento del hipocampo tras caminar regularmente durante un año resultaban exhibir asimismo niveles más altos de FNDC que el grupo de los que no caminaban. John Ratey, profesor de Psiquiatría Clínica de la Facultad de Medicina de Harvard, denomina al FNDC «fertilizante para el cerebro».[402]

Pero caminar no solo beneficia al hipocampo y a la memoria. Existen indicios de que también contribuye a aliviar los síntomas de la depresión y la ansiedad.

«Me decía a mí mismo que no caminaba porque estaba muy deprimido y debilitado —escribió el autor británico Geoff Nicholson en *The Lost Art of Walking* —. Y entonces se me ocurrió algo. Quizá estaba deprimido y debilitado precisamente porque no caminaba».[403]

Quienes luchan contra la depresión la describen como una agotadora sima de desesperanza. Cuando estás sumido en ella, tienes la sensación de que nunca saldrás. En Estados Unidos, una de cada doce personas conoce ese sentimiento.[404] Aunque numerosos estudios han mostrado que un paseo regular puede aliviar los síntomas de la depresión y la ansiedad, este remedio no funciona para todo el mundo. Además, los beneficios parecen depender de por dónde decida uno caminar. Para entender por qué ocurre eso, debemos regresar al laboratorio de

anatomía y volver a examinar el cerebro.

Para el ojo inexperto, los pliegues y fisuras del cerebro parecen distribuidos al azar. Para un neurólogo, en cambio, forman un mapa que revela el funcionamiento del más magnífico de nuestros órganos: en los pliegues de la parte posterior del cerebro se procesan las señales visuales; una franja de tejido nervioso situada en la parte superior ayuda a coordinar el movimiento; en la protuberancia de la parte frontal es donde trazamos nuestros planes… A principios del siglo XX, el neurólogo alemán Korbinian Brodmann identificó y bautizó cincuenta y dos regiones cerebrales distintas, todas las cuales llevan hoy su nombre. El área 22 de Brodmann, por ejemplo, procesa los sonidos, mientras que las áreas 44 y 45 nos ayudan a hablar.

A unos 7-8 centímetros por detrás del puente de la nariz se encuentra el área 25 de Brodmann (abreviada BA25), lo que los neurólogos modernos denominan corteza prefrontal subgenual, o simplemente área subgenual. Esta desempeña un importante papel en la regulación de nuestros estados de ánimo y muestra una mayor actividad durante los periodos de tristeza y cavilación.

Más o menos en la misma época en que Marily Oppezzo pedía a sus alumnos de Stanford que enumeraran cuántos usos creativos se le podían dar a un frisbi, su colega Gregory Bratman se preguntaba cómo un paseo por el bosque podía mejorar el estado de ánimo de las personas. Bratman, por entonces un estudiante de doctorado interesado en la interrelación entre el medio ambiente y la psicología, pidió a un grupo de treinta y ocho personas que rellenaran una encuesta que incluía preguntas acerca de su estado de ánimo y su posible autopercepción negativa.[405] Le interesaba saber especialmente si alguno de ellos se veía carcomido por un problema. El resultado de la encuesta se contabilizó en lo que él denominaba «puntuación de cavilación». Luego Bratman realizó una resonancia magnética del área BA25 de sus sujetos a fin de evaluar el flujo sanguíneo en dicha región. Y, por último, mandó a pasear a los sujetos.

La mitad de ellos dieron un paseo de unos seis kilómetros por las zonas verdes del campus de Stanford, sin otra compañía que el frescor del aire, la sombra de los robles de la costa y los chillidos de los arrendajos californianos. La otra mitad recorrió la misma distancia por la acera del Camino Real, una concurrida calle de varios carriles que atraviesa el corazón de Palo Alto, donde tuvieron que prestar constante atención a los coches que entraban y salían de las gasolineras y los hoteles, aparcamientos y restaurantes de comida rápida. Cuando los sujetos regresaron, se les hizo rellenar otra encuesta y se les realizó una nueva resonancia magnética.

Los que habían caminado por la transitada calle no mostraron ningún cambio

en sus puntuaciones de cavilación ni en el flujo sanguíneo hacia el área BA25. Sin embargo, los que habían caminado por el bosque vieron reducidas sus puntuaciones, a la vez que mostraban una significativa disminución del flujo sanguíneo hacia la misma área cerebral.

Parece, pues, que en beneficio de nuestra salud mental deberíamos caminar por lugares donde reinan los árboles, los pájaros y el suave murmullo del viento.[406]

Eso nos lleva de nuevo al otro estudio de Stanford, el de Marily Oppezzo. Después de constatar que quienes habían caminado en la cinta de andar obtenían mejores resultados en las pruebas de creatividad que los que no lo habían hecho, Oppezzo añadió un tercer grupo de prueba integrado por sujetos que caminaron al aire libre. Resultó que los que transitaban por senderos obtenían aún mejores resultados que los que lo hacían en la cinta a la hora de dar con ideas originales.

Por desgracia, hoy no solo caminamos menos que antaño, sino que además, dado que tantos de nosotros vivimos en zonas urbanas, lo hacemos por lugares que eliminan algunos de sus potenciales beneficios para la salud.

Puede que Ray Bradbury tuviera razón con respecto a lo que nos puede deparar el futuro.

En su relato breve de 1951 «El peatón», ambientado en el año 2052, un escritor llamado Leonard Mead sale a dar su habitual paseo nocturno. Relata Bradbury:

> *Entrar en aquel silencio que era la ciudad a las ocho de una brumosa noche de noviembre, pisar la acera de cemento y las grietas alquitranadas, y caminar, con las manos en los bolsillos, a través de los silencios, nada le gustaba más al señor Leonard Mead.*[407]

Como de costumbre, Mead camina solo, mientras en las ventanas de sus vecinos urbanitas brilla el resplandor de los televisores. Un coche patrulla robotizado le para y le pregunta qué está haciendo.

—Solo caminando —responde él.

—¿Caminando hacia dónde? ¿Para qué? —inquiere el vehículo.

—Para tomar el aire, y para ver, y simplemente pasear —responde de nuevo.

—¿Ha hecho esto a menudo?

—Todas las noches durante años —explica Mead.

—¡Entre! —ordena el coche, tras abrir una de sus puertas.

La historia termina con Mead en la parte trasera del coche patrulla, que le

traslada al Centro Psiquiátrico de Investigación de Tendencias Regresivas.

---

[387] Henry David Thoreau, «Walking», *Atlantic Monthly*, 1861 [trad. cast.: *Caminar*, Barcelona: Alma, 2023].

[388] Janet Browne, *Charles Darwin: The Power of Place*, Princeton (Nueva Jersey): Princeton University Press, 2002, p. 402 [trad. cast.: *Charles Darwin. El poder del lugar*, Valencia: Universidad de Valencia, 2009].

[389] Christine E. Webb, psicóloga de la Universidad de Columbia, ha escrito sobre la actividad de caminar como encarnación de la idea de «seguir adelante», entre otras formas de resolver los problemas. Christine E. Webb, Maya Rossignac-Milon y E. Tory Higgins, «Stepping Forward Together: Could Walking Facilitate Interpersonal Conflict Resolution?», *American Psychologist,* vol. 72, n.º 4 (2017), pp. 374-385.

[390] Rebecca Solnit, citando al autor estadounidense Christopher Morley, escribía de Wordsworth en su libro *Wanderlust*: «Siempre pienso en él como uno de los primeros que usaron sus piernas como instrumento filosófico». Rebecca Solnit, *Wanderlust: A History of Walking,* Nueva York: Penguin Books, 2000, p. 82 [trad. cast.: *Wanderlust. Una historia del caminar*, Madrid: Capitán Swing, 2020].

[391] Jean-Jacques Rousseau, *Les Confessions*, 1782-1789 [trad. cast.: *Las confesiones*, o también *Confesiones*, con varias eds. disponibles].

[392] Friedrich Nietzsche, *Götzen-Dämmerung, oder Wie man mit dem Hammer philosophiert*, Leipzig: C.G. Naumann, 1889 [trad. cast.: *El crepúsculo de los ídolos, o Cómo se filosofa a martillazos*, con varias eds. disponibles].

[393] Charles Dickens, *Uncommercial Traveller*, cap. 10, «Shy Neighborhoods», Londres: All the Year Round, 1860 [trad. cast.: *El viajero sin propósito*, Madrid: Gadir, 2010].

[394] Robyn Davidson, *Tracks: A Woman's Solo Trek Across 1700 Miles of Australian Outback,* Nueva York: Vintage, 1995 [trad. cast.: *Las huellas del desierto,* Barcelona: Random House, 2000].

[395] Véase Solnit, *Wanderlust*, cap. 14.

[396] Marily Oppezzo y Daniel L. Schwartz, «Give Your Ideas Some Legs: The Positive Effect of Walking on Creative Thinking», *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition,* vol. 40, n.º 4 (2014), pp. 1.142-1.152.

[397] Michelle W. Voss *et al.*, «Plasticity of Brain Networks in a Randomized Intervention Trial of Exercise Training in Older Adults», *Frontiers in Aging Neuroscience,* 2 (2010), pp. 1-17. Los ejercicios de estiramiento del grupo de control garantizaban que los posibles cambios cerebrales se debieran a los cambios cardiovasculares asociados a la marcha, y no a la estimulación social ligada a la clase grupal.

[398] Jennifer Weuve *et al.*, «Physical Activity, Including Walking, and Cognitive Function in Older Women», *Journal of the American Medical Association,* vol. 292, n.º 12 (2004), pp. 1.454-1.461.

[399] Kirk Erickson *et al.*, «Exercise Training Increases Size of Hippocampus and Improves Memory», *Proceedings of the National Academy of Sciences,* vol. 108, n.º 7 (2011), pp. 3.017-3.022.

[400] Sophie Carter *et al.*, «Regular Walking Breaks Prevent the Decline in Cerebral Blood Flow Associated with Prolonged Sitting», *Journal of Applied Physiology,* vol. 125, n.º 3 (2018), pp. 790-798.

[401] Mychael V. Lourenco *et al.*, «Exercise-Linked FNDC5/Irisin Rescues Synaptic Plasticity and Memory Defects in Alzheimer's Models», *Nature Medicine,* vol. 25, n.º 1 (2019), pp. 165-175.

[402] Véase John J. Ratey y Eric Hagerman, *Spark: The Revolutionary New Science of Exercise and the Brain*, Nueva York: Little, Brown Spark, 2013. Kirk Erickson, autor principal del estudio de la Universidad de Pittsburgh, me dijo en un correo electrónico que no habían podido determinar a ciencia cierta si el FNDC circulante en los sujetos de su estudio procedía directamente del músculo, dado que también pueden producirlo otros tejidos.

[403] Geoff Nicholson, *The Lost Art of Walking,* Nueva York: Riverhead Books, 2008, p. 32.

[404] Las descripciones de la depresión me recuerdan una de las célebres paradojas de Zenón, el filósofo griego del siglo v a. C. En ella proponía a sus oyentes que imaginaran que caminaban por un patio hacia un muro situado al otro lado. Primero debían caminar la mitad de la distancia; luego la mitad de la distancia que faltaba; luego, de nuevo, la mitad de la distancia que quedaba, y así sucesivamente. Si uno continúa indefinidamente de ese modo —dividiendo siempre la distancia restante por la mitad— nunca llegará al muro del otro lado. Esas mitades se hacen infinitesimales, pero siempre queda otra mitad por recorrer. Imagine la frustración, el agotamiento y la desesperación absoluta de no llegar nunca. Cuentan, sin embargo, que cuando le presentaron la paradoja de Zenón a Agustín de Hipona —sacerdote cristiano nacido en la actual Argelia, que más tarde sería canonizado como san Agustín—, dio con una respuesta: *Solvitur ambulando,* declaró; «se resuelve caminando». La expresión, que ha dado lugar al conocido dicho «el movimiento se demuestra andando», se ha convertido en un auténtico grito de guerra para los pragmáticos, con un sentido no muy distinto del famoso eslogan de Nike «Just do it» («simplemente hazlo»).

[405] Gregory N. Bratman, J. Paul Hamilton, Kevin S. Hahn, Gretchen C. Daily y James J. Gross, «Nature Experience Reduces Rumination and Subgenual Prefrontal Cortex Activation», *Proceedings of the National Academy of Sciences,* vol. 112, n.º 28 (2015), pp. 8.567-8.572. Actualmente Bratman es profesor adjunto en el Departamento de Ciencias Medioambientales y Forestales de la Universidad de Washington.

[406] Algunos plantean la hipótesis de que los fitoncidas —unas moléculas volátiles que liberan las plantas— influyen en la fisiología humana. Un estudio sugería incluso que los fitoncidas de los árboles incrementaban la función inmunitaria. Qing Li *et al.*,

«Effect of Phytoncide from Trees on Human Natural Killer Cell Function», *International Journal of Immunopathology and Pharmacology,* vol. 22, n.º 4 (2009), pp. 951-959. Los fitoncidas también podrían ser el mecanismo subyacente a la tradición japonesa del *shinrin-yoku*, o «baño de bosque», aunque todavía no está claro cómo actúan fisiológicamente.

[407] Ray Bradbury, «The Pedestrian», *The Reporter*, 1951 [trad. cast.: «El peatón», en *Las doradas manzanas del Sol*, Barcelona: Planeta, 2020].

15

De patas de avestruz y prótesis de rodilla

«El tiempo hiere todos los talones».[408]

GROUCHO MARX, *Los hermanos Marx en el Oeste*, 1940[409]

«Elijo caminar a toda costa».

ELIZABETH BARRETT BROWNING, *Aurora Leigh*, 1856[410]

En 1490, Leonardo da Vinci dibujó el *Hombre de Vitruvio*, un croquis de un hombre con los brazos y las piernas estirados hasta los bordes de un círculo y un cuadrado que lo delimitan. El dibujo se creó en parte como demostración visual de las proporciones ideales de la figura humana según las imaginó Vitruvio, un arquitecto romano del siglo I; pero el *Hombre de Vitruvio* dista mucho de ser ideal. De hecho, este icono revela una de las cicatrices de nuestro pasado evolutivo.

En 2011, el doctor Hutan Ashrafian, profesor del Imperial College de Londres, observó que el *Hombre de Vitruvio* tenía un extraño bulto justo encima del lado izquierdo de la ingle.[411] De inmediato reconoció que se trataba de una hernia inguinal, una afección que desarrollan más de una cuarta parte de los hombres en algún momento de su vida.[412] Si no se trata, una hernia inguinal puede ser mortal, como demostraba de hecho el cadáver que sirvió de base para el dibujo de Leonardo.

Resulta que las hernias inguinales son una consecuencia directa de la bipedación.[413]

Al nacer, los testículos humanos se hallan dentro del abdomen masculino, cerca de los órganos del aparato urinario, pero en el primer año de vida migran a

través de la cavidad abdominal hasta el escroto. Esa migración crea una estructura llamada *canal inguinal*, que constituye un punto débil de la pared abdominal. Lo mismo ocurre también en muchos otros mamíferos, pero en su caso sin consecuencias negativas. En el nuestro, en cambio, dado que estamos erguidos, la gravedad tira hacia abajo de las entrañas, y a veces los intestinos se cuelan por el canal inguinal y se estrangulan, lo que provoca una situación peligrosa y a veces letal.

Esta extraña ruta que siguen los testículos en la mayoría de los mamíferos es un subproducto tanto de las limitaciones del desarrollo como de una prolongada historia evolutiva.[414] En algunas especies de mamíferos, como los delfines, los elefantes y los armadillos, los testículos conservan su posición interna, pero, puesto que en la mayoría de ellas el funcionamiento normal del esperma requiere temperaturas más bajas que las del interior del cuerpo, los testículos cuelgan separados de este, donde el calor es menor. Los peces, sin embargo, también tienen testículos internos. Dado que los mamíferos compartimos un antepasado común con ellos —un pez que vivió hace más de 375 millones de años—, nuestros testículos conservan su punto de partida inicial en el abdomen como un vestigio de nuestro pasado acuático.

Aunque, como hemos visto, caminar tiene beneficios físicos y mentales, también tiene sus inconvenientes. En parte, ello se debe a que no aparecimos de la nada: somos simios modificados. Nuestra estirpe ha tenido unos seis millones de años para adaptar nuestros cuerpos a la marcha erguida, pero la evolución no crea la perfección; antes bien, da lugar a formas que simplemente son lo bastante buenas para sobrevivir, reproducirse y continuar el linaje. Los registros fósiles están plagados de animales extintos que en su día estuvieron bien adaptados para la vida, pero que perecieron cuando el inevitable cambio medioambiental dio al traste con ellos. Hasta los supervivientes mejor adaptados, incluidos los humanos, son desechos de formas preexistentes, modificados por las manos de la selección natural y rebosantes de resonancias del pasado.

Si hubiéramos sido diseñados como bípedos desde cero, puede que nos pareciéramos a Cassie.

—En el futuro, los robots podrán hacer todo lo que hacen los humanos, pero mejor —me dijo Jonathan Hurst, profesor de Ingeniería Mecánica y Robótica en la Universidad Estatal de Oregón, cuando fui a visitar su laboratorio.[415]

Hurst imagina un futuro no muy lejano en el que habrá robots bípedos entregando paquetes, sirviendo comidas y ayudando en misiones de búsqueda y rescate.

Poco convencido de que la bipedación sea la mejor forma de moverse por el

mundo, me pregunté por qué Hurst diseña robots de dos patas. ¿Por qué no hacerlos cuadrúpedos? Y ya puestos, ¿no sería mejor ponerles ruedas? Pero esos robots —me explicó— tendrán que desplazarse por un mundo diseñado para los humanos, de modo que parece lógico que se muevan como nosotros.

Sin embargo, los diseños de Hurst no parecen humanos en absoluto.

Conocí a Cassie en febrero de 2019. Los alumnos de Hurst llevaron al robot a una cinta de andar, donde caminó a una velocidad constante de cinco kilómetros por hora —la velocidad media de una persona— con sus pequeños piececitos acolchados. Cassie no se parece en nada a C-3PO, Bender, Terminator o Johnny 5. No tiene nada de humanoide. Lejos de ello, este robot de ciento veinte centímetros de altura y treinta kilos de peso es todo piernas. Pero, a diferencia de nuestras piernas fuertes y rectas, las suyas son delgadas y están dobladas, y los motores que lo accionan se hallan situados cerca de las caderas. Yo ya había visto antes este mismo diseño, concretamente en grandes aves terrestres. De hecho, el nombre de Cassie deriva del casuario, un ave no voladora de Nueva Guinea de unos cuarenta y cinco kilos de peso.

Pero Hurst no modeló intencionadamente a Cassie a partir de ningún animal vivo. Durante las dos últimas décadas, su equipo de investigación ha estudiado la física que subyace a la bipedación, lo que Hurst denomina las «verdades universales» de la marcha.[416] Son esos principios, antes que ningún diseño preconcebido, los que han guiado el desarrollo de sus robots; de ahí que no se parezcan a nosotros.

Otro de los problemas que nos han legado los vestigios de nuestro pasado evolutivo es uno que afecta mucho más a las mujeres que a los hombres. Para entender por qué, hemos de retroceder treinta millones de años.

Al igual que los humanos no evolucionaron a partir de los chimpancés, tampoco los simios evolucionaron a partir de los monos, sino que comparten un antepasado común con ellos. Diversos paleontólogos que han estado trabajando en sedimentos norteafricanos de hace treinta millones de años han descubierto cómo era ese antepasado común. Se trataba de un primate del tamaño de un gato llamado *Aegyptopithecus*; el nombre significa literalmente «simio de Egipto», pero, como ya hemos dicho, *Aegyptopithecus* no era un simio. Tenía dientes de simio, pero se desplazaba a cuatro patas como un mono; y, a diferencia de los simios, también tenía una larga cola.

En los diez millones de años siguientes, este linaje empezó a dividirse en dos ramas distintas. Una de ellas conservó la cola, desarrolló dientes de diferente forma y se diversificó en los actuales monos africanos y asiáticos. La otra perdió

la cola y acabó diversificándose en los simios actuales. Los simios u hominoideos —como ya hemos mencionado anteriormente, un grupo de primates que incluye a los gibones, orangutanes, gorilas, chimpancés, bonobos y humanos— no tienen cola, pero conservan los músculos que antaño dotaban de movilidad a esta.

Esos músculos, que siguen anclados a un vestigio de la antigua cola, la rabadilla o coxis, crean una especie de cabestrillo muscular que forma el suelo pélvico.[417] Los mismos músculos que mueven el rabo de un perro y que permiten a algunos monos colgarse de la cola se han readaptado en los simios para sujetar los órganos internos frente al tirón de la fuerza de la gravedad. Pero dado que los humanos caminamos erguidos, en nuestro caso a veces ese tirón resulta demasiado fuerte para la resistencia de esta lámina muscular.

Ese es el origen del denominado prolapso de órganos pélvicos; como ya hemos visto, una afección potencialmente debilitante en la que a veces los órganos internos descienden hacia la vagina.

El Museo de la Ciencia de Boston alberga un gran número de animales vivos —algunos de ellos, animales salvajes que han sufrido heridas; otros, mascotas que se han confiscado— que se utilizan para impartir lecciones sobre ecología, comportamiento animal y evolución. Uno de mis favoritos cuando enseñaba allí era Alex, un pequeño aligátor americano. Alex solo tenía unos pocos años y no pesaba más de cinco kilos, pero atraía a un numeroso público cada vez que lo sacaba de su tanque para que los visitantes pudieran verlo de cerca.

Alex tenía buen carácter, pero yo siempre sabía cuándo estaba inquieto. Los músculos de la base de su cola se tensaban justo cuando iba a empezar a sacudirla para escapar de mis manos. Cuando notaba que los músculos de su cola se contraían, simplemente lo ponía en posición vertical, con la cabeza apuntando hacia el techo y la cola hacia el suelo. Eso le drenaba algo de sangre de la cabeza y le calmaba. Al cabo de unos segundos, yo podía reanudar mi clase sobre los reptiles.

Los aligátores tienen válvulas en las venas, pero parece que solo son lo bastante fuertes para resistir el reflujo de la sangre cuando el reptil está en posición horizontal, no vertical. Eso me lleva a preguntarme si el Carnicero de Carolina del que hablábamos en el capítulo 2, que a veces se desplazaba sobre dos patas, tenía válvulas más fuertes que los cocodrilos y caimanes modernos.

Los humanos y muchos otros mamíferos también tienen esas válvulas, y por una buena razón. Las jirafas, por ejemplo, tienen potentes válvulas en el cuello para evitar que se vacíe la sangre del cerebro. En nuestro caso, sin embargo, la bipedación somete a las válvulas a un estrés adicional. Con la edad pueden

perder fuerza, dejando que la sangre se filtre y se acumule en las extremidades inferiores, lo que a su vez puede provocar varices. Esta afección es especialmente frecuente en las mujeres que han estado embarazadas, en parte porque llevar a un niño en el vientre supone, por término medio, treinta y nueve semanas de mayor presión de la habitual sobre el sistema circulatorio.

La bipedación también afecta a nuestras cavidades sinusales, que se llenan de líquido, mucosidad y todo tipo de porquería cuando sufrimos una infección. Los senos drenan en la faringe, que puede vaciarse con un simple carraspeo. Pero, desafortunadamente para nosotros, el conducto que vacía el seno maxilar, situado bajo los ojos, drena hacia arriba. Esa es la razón por la que, cuando tenemos un fuerte resfriado, sentimos en esa zona una incómoda presión que, si es intensa, puede asemejarse incluso al dolor de una migraña.

Parte de lo que sabemos acerca de esta peculiaridad de nuestra anatomía proviene de un estudio en el que se compararon cabras y humanos. La doctora Rebecca Ford, oftalmóloga del King's College de Londres, descubrió que las cabras no tienen ningún problema para drenar sus senos maxilares.[418] Por eso muchos terapeutas recomiendan a las personas con sinusitis maxilar crónica, una molesta afección en la que el seno se inflama tras obstruirse por la mucosidad, que se pongan a cuatro patas imitando la postura de una cabra de pie. Los humanos no llevamos el tiempo suficiente siendo bípedos para que la evolución haya dado con una solución mejor a esta reminiscencia de nuestro pasado cuadrúpedo.

Sin embargo, el efecto secundario más evidente de la bipedación probablemente sean los estragos que causa en nuestros músculos y huesos.

Los troncos de los cuadrúpedos tienen una estructura similar a los puentes colgantes, donde todas las vísceras penden de una cadena estable de vértebras que discurre en sentido horizontal. Pero resulta que los bípedos han girado noventa grados su columna vertebral, de manera que la espina dorsal humana es una serie de veinticuatro huesos y discos apilados unos sobre otros. El paleoantropólogo Bruce Latimer, de la Universidad Case de la Reserva Occidental, los imagina como una pila de veinticuatro tazas y platillos que equilibran de manera precaria buena parte de nuestro peso corporal.[419] Para empeorar más las cosas, esa pila ni siquiera es recta; tiene tres curvas: una curva hacia dentro en la zona lumbar, otra hacia fuera en la parte central, y otra de nuevo hacia dentro en las vértebras del cuello que sujetan la cabeza sobre los hombros.

Esas curvas tienen sus ventajas. Como los muelles, ayudan a absorber las fuerzas de compresión durante la carrera y a alejar la parte inferior de la columna vertebral del canal del parto.[420] Sin embargo, dado que nuestra espina dorsal tiene que soportar el peso de toda la parte superior del cuerpo, las vértebras humanas pueden romperse sin previo aviso.

Somos los únicos animales que sufrimos fracturas vertebrales causadas únicamente por nuestro propio peso corporal, un riesgo que aumenta al envejecer.[421] Seguramente no tiene nada de extraño que la mayoría de dichas fracturas se produzcan en los puntos débiles de la espina dorsal: los vértices de las mencionadas curvas. Solo en Estados Unidos, se calcula que cada año tres cuartos de millón de personas sufren fracturas vertebrales por compresión.

Pero aún hay más. El peso del cuerpo sobre nuestra curvada columna puede desprender las apófisis espinosas de las vértebras (las partes que notamos al deslizar los dedos por la parte central de la espalda) del resto del hueso, haciendo que la vértebra afectada se deslice sobre la que tiene debajo. Esta lesión, denominada espondilolistesis, parece ser exclusiva del ser humano, y puede pinzar los nervios y causar fuertes dolores.

Más frecuentes son las hernias de disco o discales. Los discos intervertebrales son unos anillos de cartílago y material gelatinoso que actúan como una especie de almohadilla entre las vértebras. La lesión se produce cuando, tras años de compresión generada por la marcha erguida, la almohadilla se desplaza fuera del hueso y presiona un nervio. El resultado es un dolor terrible, a menudo debilitante. En la parte inferior de la espalda, las hernias discales pueden presionar las raíces del nervio ciático y causar un dolor que desciende por la pierna, una afección común conocida como ciática.

Conforme los años de desgaste van dañando cada vez más los discos, las almohadillas intervertebrales pueden deteriorarse por completo, haciendo que los huesos lleguen a rozar entre sí. Esto puede provocar artrosis en la espalda, lo que a su vez puede dar lugar a osteofitos, o espolones óseos, que presionen los nervios raquídeos y causen dolor y debilidad en brazos y piernas. No es habitual encontrar espolones óseos en las vértebras de otros animales. En cambio, son frecuentes en los humanos adultos. El apilamiento de esas veinticuatro tazas y platillos también puede hacer que la columna vertebral se doble hacia un lado, provocando la denominada escoliosis, que aparece en aproximadamente el 3 por ciento de los niños en edad escolar, pero es rara o totalmente desconocida en otros mamíferos.

Si la espalda todavía no ha empezado a molestarnos, es posible que nuestras

rodillas nos estén dando guerra. La rodilla humana no es muy diferente de la de cualquier otro mamífero. Consiste en dos protuberancias redondeadas situadas en el extremo del fémur que ruedan sobre la parte superior de la tibia, que es relativamente plana. También incluye la rótula, que sirve de palanca a los músculos cuádriceps.

Lo que diferencia a los humanos es que nosotros apoyamos casi todo el peso de nuestro cuerpo directamente sobre las rodillas, en lugar de repartirlo entre las cuatro extremidades como hacen los cuadrúpedos. Además, al caminar, las fuerzas derivadas de la interacción con el suelo se transmiten por nuestras piernas como martillazos, y al llegar a la rodilla, esas fuerzas resultan sorprendentemente altas. A cada paso, la rodilla absorbe una fuerza equivalente al doble de nuestro peso corporal, y cuando corremos, la fuerza es más de siete veces superior a dicho peso.[422] Algunas de estas fuerzas son absorbidas por la contracción de nuestros músculos, mientras que otras son disipadas por las almohadillas de cartílago que tenemos entre los huesos. Con el tiempo, sin embargo, esas almohadillas pueden deteriorarse y, al no tener riego sanguíneo, no pueden repararse fácilmente. Este desgaste acaba provocando una dolorosa artritis. Solo en Estados Unidos se colocan cada año más de setecientas mil prótesis de rodilla, en parte por el daño que el bipedalismo causa a esta articulación.[423]

La rodilla no solo es vulnerable a la degradación paulatina, sino que también puede sufrir graves lesiones repentinas. En 1951, dos grandes equipos de béisbol de Nueva York, los Yankees y los Giants, se enfrentaban en el segundo partido de la Serie Mundial.[424] Cuando la estrella de los Giants Willie Mays lanzó una bola alta hacia la parte derecha del jardín central, el jugador de los Yankees que cubría esta posición, Joe DiMaggio, se deslizó hacia su izquierda, al tiempo que Mickey Mantle, un jugador novato que actuaba como jardinero derecho, corría hacia su derecha, de modo que ambos confluyeron en la misma posición. Al ver que DiMaggio se situaba bajo la bola, Mantle frenó en seco, con tan mala fortuna que su bota derecha quedó enganchada en una rejilla del sistema de aspersores. Mantle se torció la rodilla y cayó al suelo.

Lo más probable es que se rompiera el ligamento cruzado anterior, el ligamento colateral tibial y el menisco medial, una lesión que los traumatólogos denominan la «tríada infeliz» (técnicamente, tríada de O'Donoghue). Mantle conseguiría 536 jonrones en su legendaria carrera hacia el Salón de la Fama, pero su rodilla nunca volvería a ser la misma. Muchos creen que esta lesión le impidió ser el mejor jugador de la historia.

La destacada futbolista Alex Morgan, la esquiadora olímpica Lindsey Vonn, el

jugador de fútbol americano Tom Brady y la baloncestista Sue Bird han sufrido la rotura del ligamento cruzado anterior. Se trata de una lesión frecuente, que puede dejar fuera de juego a los deportistas un año entero. Pero por cada estrella del deporte que se rompe los ligamentos de la rodilla, cada año hay decenas de miles de personas corrientes a las que les ocurre lo mismo.

Desde una perspectiva funcional, la rodilla es un mecanismo sencillo: se flexiona y se extiende. Anatómicamente, en cambio, resulta bastante compleja, ya que se mantiene unida mediante cuatro ligamentos que atraviesan la articulación entrecruzándose y unen el fémur a los huesos de la parte inferior de la pierna. Dos de los ligamentos (el ligamento cruzado anterior, que atraviesa la parte delantera de la rodilla, y el ligamento cruzado posterior, que atraviesa la parte trasera) impiden que el fémur se deslice fuera de la tibia. Los otros dos (el ligamento colateral tibial, en la parte interior de la rodilla, y el ligamento colateral lateral, en la exterior) evitan que la rodilla se disloque. Estas bandas elásticas anatómicas, unas maravillosas adaptaciones que se encuentran en todos los mamíferos, están sometidas a mayor tensión en los bípedos que en los cuadrúpedos.

Solo en Estados Unidos, cerca de doscientas mil personas se lesionan cada año el ligamento cruzado anterior.[425] La lesión es más habitual en las mujeres que en los hombres,[426] y resulta especialmente frecuente en deportes como el baloncesto, el fútbol, el *hockey* sobre hierba y el fútbol americano, que requieren numerosos movimientos laterales. Es probable que la elevada incidencia de esta lesión se deba al hecho de que nos desplazamos sobre dos piernas en lugar de hacerlo a cuatro patas, aunque hasta el momento se desconoce su frecuencia en animales salvajes.

Los ligamentos de nuestras rodillas resultan aún más vulnerables debido a los cambios adaptativos en la pelvis y las propias rodillas necesarios para la marcha erguida. A diferencia de los simios, los humanos tenemos caderas anchas y rodillas arqueadas, lo que nos permite caminar de manera eficiente. Sin embargo, esta disposición de las articulaciones hace que los extremos de los fémures formen un cierto ángulo en el punto donde se unen a las rodillas. Por regla general, las fuerzas que atraviesan objetos en ángulo tienden a doblarlos y romperlos, de modo que los ligamentos de nuestras rodillas se ven sometidos a tensiones mucho mayores debido a ello. La evolución entraña siempre soluciones de compromiso que implican costes y beneficios, y la rodilla constituye un doloroso ejemplo de los costes de la bipedación.

En 1976, cuando estudiaba en la Universidad Estatal de Arizona, el joven Van

Phillips, que por entonces tenía veintiún años, sufrió un grave accidente de esquí acuático a consecuencia del cual tuvieron que amputarle la pierna izquierda por debajo de la rodilla. Luego le pusieron una prótesis estándar y lo mandaron a casa.

«La detestaba —declaraba a la revista digital *OneLife Magazine* en 2010—. Hemos llevado al hombre a la Luna y, sin embargo, ahí estaba yo con esa porquería. Sabía, en mi interior, que podíamos hacerlo mucho mejor».[427]

Dejó la Universidad de Arizona, se matriculó en el Centro de Prótesis y Ortesis de la Universidad del Noroeste (Illinois), y se puso a trabajar en un diseño mejor inspirándose en los guepardos y los saltadores de pértiga. Años después, en 2012, el mundo vio con asombro cómo el velocista sudafricano Oscar Pistorius utilizaba un modelo protésico basado en el diseño de Phillips para correr los cuatrocientos metros lisos en los Juegos Olímpicos de Londres.

En conjunto, nuestros dos pies suman un total de cincuenta y dos huesos individuales, lo que representa una cuarta parte de todos los huesos del cuerpo humano. Dichos huesos están unidos entre sí por ligamentos, y se mantienen rígidos gracias a los numerosos músculos que atraviesan el pie. En marcado contraste con este diseño, la pala protésica de Phillips consiste en un único elemento móvil fabricado con un material apropiado, lo bastante rígido para impulsar el cuerpo hacia delante, pero a la vez lo bastante elástico para doblarse y recuperar su forma como un muelle.

A diferencia de la pala, diseñada en un laboratorio, el pie humano es el producto de una historia evolutiva larga, compleja e irregular. Sin embargo, no hace falta ir muy lejos para encontrar pies con un diseño parecido en el mundo biológico. Las grandes aves terrestres, como los avestruces y los emúes, tienen pies similares a la prótesis de Oscar Pistorius. Los huesos del tobillo y del pie están fusionados en un único hueso rígido denominado tarsometatarso. También tienen tendones largos y gruesos que almacenan energía elástica durante la locomoción bípeda, generando un efecto muelle que les da impulso en cada paso. Esta anatomía permite a los avestruces correr a casi setenta kilómetros por hora, el doble que un velocista humano.

Ningún otro mamífero vivo se ha unido a nosotros en nuestro experimento de caminar erguidos a zancadas, pero si un asteroide no hubiera acabado con los dinosaurios hace 66 millones de años (hay pruebas de que también contribuyeron a ello una serie de enormes erupciones volcánicas), hoy los científicos habrían tenido la oportunidad de analizar mejor la evolución convergente de la bipedación.[428] Muchos dinosaurios eran bípedos —entre ellos, el tiranosaurio—, y, de hecho, la locomoción bípeda de los avestruces y emúes actuales tiene su

origen en algunos de los más antiguos de ellos, que vivieron hace unos 240 millones de años. Su linaje lleva siendo bípedo unas cincuenta veces más tiempo que el nuestro.

A diferencia de nosotros, recién llegados al bipedalismo, las aves terrestres han adaptado su esqueleto a esta forma de locomoción.

Los primeros mamíferos que vivieron a la sombra de los dinosaurios bípedos eran cuadrúpedos. Muchos vivían en madrigueras o en los doseles arbóreos. Una de las primeras modificaciones esqueléticas de la evolución de los mamíferos fue el desarrollo de la articulación subastragalina.[429] Esta articulación, situada entre el hueso del tobillo (astrágalo) y el hueso del talón (calcáneo), permite girar el pie hacia dentro y hacia fuera, y esos movimientos dotan a los pies de los mamíferos de mayor movilidad lateral. El astrágalo y el calcáneo están fusionados en las aves, y se encuentran uno *junto* al otro tanto en los antiguos antecesores reptilianos de los mamíferos como en los reptiles modernos. En los primeros mamíferos, en cambio, el astrágalo pasó a situarse sobre el calcáneo, creando la nueva articulación del pie.

Intente mantenerse en pie apoyado en una sola pierna durante unos segundos. ¿Nota cómo el pie se tambalea mientras se esfuerza por conservar el equilibrio? Al final, la contracción de los músculos que le mantienen erguido termina resultando agotadora y se ve obligado a descansar. En cambio, los flamencos pueden permanecer indefinidamente en pie sobre una sola pata sin cansarse. No se tambalean porque carecen de articulación subastragalina; tienen fusionados los huesos del pie y del tobillo.

Los humanos tenemos los tobillos móviles porque hemos heredado nuestra anatomía de antepasados que vivían en los árboles, donde la movilidad constituía una importante ventaja. Para los bípedos terrestres, sin embargo, esta movilidad tiene un coste enorme.

En los últimos segundos de un partido de baloncesto celebrado en 2013 contra los Atlanta Hawks, Kobe Bryant, la malograda estrella de Los Angeles Lakers, se abrió paso hacia la línea de fondo derecha y saltó para lanzar un tiro en suspensión. Al descender, su pie izquierdo aterrizó torpemente sobre el pie del defensa, y luego giró hacia dentro, separando los huesos del tobillo de la pierna. El ligamento peroneoastragalino anterior, que une el astrágalo al peroné, se sobrecargó por la tensión, y Bryant salió renqueando de la cancha con un dolor insoportable.

En los Juegos Olímpicos de Atlanta de 1996, la gimnasta estadounidense Kerri Strug se rompió ese mismo ligamento. Aun así, momentos después, gracias al vendaje, la adrenalina y su voluntad, dio un salto que le valdría la medalla de

oro al equipo de Estados Unidos. La mayoría de la gente ni siquiera puede caminar, y no digamos saltar, si tiene roto el ligamento peroneoastragalino anterior.

Cuando decimos que nos hemos «torcido el tobillo», lo que suele ocurrir es que el ligamento peroneoastragalino anterior sufre un tirón excesivo y a veces incluso llega a romperse. Esta banda de tejido que sujeta el astrágalo al peroné es el ligamento del cuerpo humano que se lesiona con mayor frecuencia. Solo en Estados Unidos, un millón de personas sufren este tipo de esguince cada año, en ocasiones jugando al baloncesto, pero otras veces simplemente por pisar mal en una superficie irregular. La lesión puede tardar semanas en curarse.[430]

Debido a la bipedación, los humanos tenemos unos tobillos bastante vulnerables a las lesiones. Para entender por qué, me dirigí al Parque Nacional de la Selva de Kibale, en la región occidental de Uganda.

En la selva tropical nunca consigues estar del todo seco. Incluso cuando no llueve, el aire es húmedo y pesado. Como el sudor no puede evaporarse, empapa la ropa, las alas de los sombreros y los calcetines. Las sendas de elefantes que atraviesan el denso follaje están surcadas de lianas que hacen tropezar a los bípedos desprevenidos. La selva rebosa de serpientes venenosas, grandes arañas, plantas que provocan sarpullidos, hormigas mordedoras y trampas de cazadores furtivos. No es lo que se dice un lugar acogedor para un habitante de Nueva Inglaterra, pero ahí es donde tenía que ir si quería estudiar a los chimpancés en su hábitat natural.

La comunidad de chimpancés de Ngogo, que cuenta con ciento cincuenta individuos, es desde hace dos décadas objeto de estudio de John Mitani, de la Universidad de Míchigan, y David Watts, de la Universidad de Yale. Yo estaba allí para ver cómo los chimpancés utilizan los pies cuando caminan y trepan, y no tendría que esperar mucho para comprobar lo que eran capaces de hacer.

Mi primera mañana en la selva, Bartok, un gran macho alfa de aspecto imponente, caminó hasta el pie de un árbol del género *Uvariopsis* cargado de fruta, miró hacia la copa con determinación, y luego trepó por el tronco —de unos treinta centímetros de ancho— como si estuviera subiendo un tramo de escaleras. Parecía hacerlo sin el menor esfuerzo. Yo tenía los ojos fijos en sus pies, y no podía creer lo que estaba viendo. Bartok presionaba la parte superior del pie contra la tibia y luego lo giraba de modo que la parte inferior se agarrara al tronco. Con el primer movimiento, yo me habría roto el tendón de Aquiles; con el segundo, me habría desgarrado el ligamento peroneoastragalino anterior.

Durante un mes seguí a este grupo de chimpancés y filmé casi doscientas

escaladas similares. Todas y cada una de las veces, el chimpancé colocaba el pie de una forma que habría causado graves daños en los tendones y ligamentos a la mayoría de nosotros.[431]

En los seres humanos, el tendón de Aquiles asciende por detrás de la pierna aproximadamente hasta la mitad de su parte inferior, hasta la base de los gemelos. Es un músculo largo que almacena energía elástica para ayudarnos a impulsarnos, sobre todo cuando corremos. En los chimpancés, en cambio, el tendón de Aquiles solo mide algo más de dos centímetros. En su caso, casi toda la parte posterior de las piernas es músculo, que resulta mucho más flexible que el tendón, lo cual dota de mayor movilidad al tobillo al trepar. En otras palabras: a diferencia de nosotros, los chimpancés no tienen que preocuparse en absoluto por las posibles roturas del tendón de Aquiles.

Tampoco tienen que preocuparse por los posibles esguinces de tobillo, ya que ni siquiera tienen ligamento peroneoastragalino anterior.

Los primeros simios se sentían a sus anchas trepando a los árboles, y no solo por la movilidad de las articulaciones de sus pies: también tenían un dedo gordo prensil, igual que los chimpancés actuales. Los pies de los simios, la materia prima a partir de la cual evolucionó el pie humano, se veían sometidos a una intensa presión selectiva para ser apéndices móviles y prensiles. Los músculos de sus pies les ayudaban a controlar hasta los más mínimos movimientos de los dedos, lo que resultaba de vital importancia a la hora de agarrarse a las ramas del dosel arbóreo.

El pie humano, en cambio, necesita ser más rígido y consistente para poder impulsarse al despegarse del suelo en la marcha erguida. A lo largo de nuestra historia evolutiva, numerosas partes móviles de un pie antaño dotado de mayor flexibilidad se han ido haciendo más estables mediante la incorporación de ligamentos, músculos y algunas sutiles alteraciones óseas. Estas modificaciones, que vienen a ser como una especie de equivalente biológico de los clips y la cinta adhesiva, constituyen un magnífico ejemplo de la capacidad de reajuste de la evolución.[432]

Obviamente, el pie humano hace bastante bien su trabajo. La selección natural lo ha moldeado hasta convertirlo en un órgano que absorbe fuerzas, se pone rígido en la fase propulsiva de la marcha e incluso tiene estructuras elásticas como el arco y el tendón de Aquiles. Los denominados músculos intrínsecos, los que antaño controlaron la motricidad fina de los pies prensiles de nuestros antepasados, hoy contribuyen a sustentar el arco. Si la evolución no hubiera desarrollado esas modificaciones, es probable que nuestros antepasados hubieran servido de alimento a los leopardos, y no existirían los humanos tal

como los conocemos.

Pero, como la evolución actúa introduciendo pequeñas modificaciones graduales en las estructuras preexistentes, hemos heredado una solución improvisada para la bipedación que resulta lo bastante eficaz para mantenernos en pie, pero no lo bastante elegante para hacerlo sin riesgo de sufrir dolores y lesiones.

La aponeurosis plantar, por ejemplo, es una fuerte banda de tejido fibroso que se extiende por la planta del pie desde el talón hasta la base de los dedos. Cuando se estira en exceso, se inflama, dando lugar a espolones óseos y a una dolorosa afección conocida como fascitis plantar. Sin esta banda, nuestro pie tendría demasiada movilidad para funcionar correctamente, pero, por otro lado, nos expone a sufrir lesiones. También somos peculiarmente propensos a tener problemas tales como pies planos, juanetes, dedos en martillo, lesiones de sindesmosis de tobillo y varias otras dolencias de todo tipo. Y resulta que muchas de esas dolencias de los pies se ven exacerbadas por la misma tecnología que permitió a los humanos poblar el planeta: el calzado.

El calzado ayudó a los humanos a extenderse primero por las latitudes septentrionales y más tarde por el continente americano. Hoy, llevar calzado me permite jugar cómodamente al baloncesto en el asfalto con mis hijos y caminar por el suelo del bosque después de una tormenta con la misma comodidad. Las botas altas protegen de las mordeduras de serpiente en las praderas de Australia y el África subsahariana. Ir calzados nos protege asimismo de posibles cristales rotos en la arena de la playa o en las aceras de la ciudad. O simplemente permite entrar en una tienda a comprar, dado que (como sabrá el lector si vive en una zona turística) en muchos comercios no te atienden si llevas el torso desnudo o vas descalzo. Sin calzado, los humanos tampoco habrían coronado el Everest ni pisado la Luna. Fue, y sigue siendo, una importante innovación tecnológica. Pero, como ocurre con muchos de nuestros inventos más ingeniosos, hay ciertos costes asociados a sus beneficios.

La planta del pie contiene diez músculos, dispuestos en cuatro capas. Algunos de dichos músculos sustentan el arco del pie, mientras que otros son cruciales para impulsarnos al andar.[433] Pero la mayor parte del calzado, incluso el que podría parecernos más saludable por disponer de «apoyo plantar», puede debilitar esos músculos, con el resultado de que los pies se vuelven más propensos a las lesiones.

Los tarahumaras son un pueblo indígena de México conocido por su excepcional capacidad para correr largas distancias.[434] Sus sandalias suelen estar hechas de un trozo de neumático de coche y se sujetan al pie con un simple

cordel. Daniel Lieberman, un biólogo de la Universidad de Harvard especializado en evolución humana que también es corredor de fondo, se sentía intrigado por sus pies. De modo que viajó a la sierra Tarahumara, en el noroeste de México, para estudiar la forma de caminar y de correr de sus pobladores, y utilizó asimismo un aparato de ultrasonidos para medir el tamaño de los músculos de sus pies. En 2018, Lieberman, junto con los investigadores de posdoctorado Nicholas Holowka e Ian Wallace, revelaron que, en comparación con los del estadounidense medio, los pies de los tarahumaras tienen arcos más altos, son más rígidos y están dotados de músculos de mayor tamaño.[435]

¿Es que los tarahumaras están genéticamente predispuestos a tener músculos fuertes en los pies? Pues no. Elizabeth Miller, del Departamento de Antropología de la Universidad de Cincinnati, trabajó con el grupo de Lieberman para medir el tamaño de dos músculos concretos del pie en un total de treinta y tres corredores.[436] La mitad de ellos entrenaron con su zapatilla deportiva de siempre, dotada de la amortiguación habitual, mientras que la otra mitad fue cambiando gradualmente a un calzado más minimalista, similar al que usan los tarahumaras. Después de solo doce semanas, los usuarios del calzado minimalista vieron aumentar en un 20 por ciento el tamaño de los dos músculos en cuestión, al tiempo que la rigidez de su arco plantar se incrementaba nada menos que un 60 por ciento. Así que nuestros pies cambian en función del calzado que llevamos, o que dejamos de llevar.

Es más: sin la presencia de unos músculos fuertes, la aponeurosis plantar —como ya hemos mencionado, la banda de tejido que se extiende por la planta del pie— puede sobrecargarse hasta llegar a provocar el dolor punzante asociado a la fascitis plantar.[437] Aun así, como dice Irene Davis, biomecánica de la Universidad de Harvard: «Nos hemos convencido confiadamente de que nuestros pies necesitan amortiguación para sobrevivir».[438]

Para empezar, el calzado ya no solo protege los pies: se ha convertido en un símbolo de estatus social, riqueza y poder. Y son nuestros pies los que pagan el precio. Los zapatos de tacón alto acortan los gemelos y tensan el tendón de Aquiles, alterando la forma de andar.[439] Embutir repetidamente la punta del pie en un zapato de puntera estrecha aumenta las probabilidades de desarrollar juanetes y dedos en martillo.[440] Todos estos efectos perjudiciales afectan de manera desproporcionada a las mujeres, y a veces requieren una intervención quirúrgica.

—El doctor Hecht tiene la mejor música —me dijo la enfermera que había en el quirófano.

Yo llevaba una bata quirúrgica de color azul, mascarilla, gorro y polainas desechables, y estaba allí por invitación del doctor Paul Hecht, un experimentado cirujano ortopédico del pie y del tobillo. Un hombre de unos cuarenta años yacía en la mesa de operaciones del Centro Médico Dartmouth-Hitchcock. El invierno anterior había resbalado en el hielo y se había fracturado el tobillo derecho.[441] Le habían insertado tornillos en el hueso para facilitar la curación, pero no habían funcionado como se esperaba. Tenía que someterse a una operación de fusión de tobillo.

Por los altavoces empezó a sonar «Don't You Worry 'bout a Thing», de Stevie Wonder.

Los primeros cortes fueron especialmente delicados, ya que el doctor Hecht tuvo que separar meticulosamente los tejidos superficiales (piel, grasa subcutánea y músculo) para llegar a la articulación del tobillo.

Pero luego la escena empezó a parecerse más a una tienda de ferretería y bricolaje que a un quirófano. Primero entraron en juego los aparatos para extraer los viejos tornillos de la tibia.

—¿Sabe qué es un tornillo de tracción? —me preguntó el doctor Hecht.

—Hum…, sí —respondí algo perplejo.

Yo había utilizado ese tipo de tornillos para anclar la casita de madera que había construido a mis hijos en lo alto de un gran roble en nuestro jardín trasero. No esperaba que unos tornillos de acero tan grandes y con tanta rosca pudieran tener cabida en un quirófano.

Se utilizó un electrocauterio para hacer cortes finos y detener la hemorragia de las pequeñas venillas que inevitablemente se rasgan en una operación de este tipo. Un olor a tejido chamuscado inundó la sala. Luego se separó el astrágalo de la tibia como quien levanta un coche con un gato para reparar un pinchazo.

Con la articulación al descubierto, la cosa se puso seria. Se raspó el cartílago de la articulación con una herramienta parecida a un sacabolas. Luego el doctor Hecht utilizó un taladro eléctrico para hacer agujeros en la articulación y provocar así una hemorragia que llevara osteoblastos a la zona (las células responsables de sintetizar tejido óseo) y empezara a fusionar la articulación. Al empezar a taladrar salieron disparadas esquirlas de hueso, de modo que retrocedí unos pasos. A continuación, con un martillo y un cincel, el doctor Hecht levantó la capa externa de hueso en pequeños fragmentos similares a escamas de pescado con el fin de aumentar la superficie de cicatrización. Por último, se injertó en los huesos rotos una mezcla viscosa de células óseas vivas y un microscópico andamiaje óseo que parecía la baba de *Los cazafantasmas* y que había de servir para acelerar la cicatrización y el crecimiento de hueso nuevo. Antes de

convertirse en cirujano ortopédico, el doctor Hecht se había formado como carpintero. Tenía sentido.

Más tarde, ese mismo día, vi cómo a una mujer de mediana edad le arrancaban la parte posterior del talón con una sierra eléctrica para eliminar unos dolorosos espolones. En otro paciente, un taladro eléctrico redondeó la articulación del dedo gordo del pie para solucionar una artritis.

La cirugía ortopédica, actualmente una industria multimillonaria, debe agradecer su éxito a nuestra propia historia evolutiva.

Es cierto que algunas de las afecciones que sufrimos en los pies son consecuencia de nuestro estilo de vida sedentario y de nuestra decisión de llevar calzado, pero las patologías del pie constituyen un rasgo habitual en fósiles de homininos muy anteriores a la invención de este último. Las consecuencias negativas de la marcha erguida nos acompañan desde hace largo tiempo.

Resulta, no obstante, que esos viejos huesos patológicos revelan algo más acerca del ser humano; algo que nos ayuda a volver al punto de partida para desentrañar el misterio de cómo un simio empezó a desplazarse sobre dos piernas.

---

[408] El chiste de Groucho es un juego de palabras intraducible que se pierde en el doblaje del filme. La frase en inglés, «Time wounds all heels» (que aquí traducimos literalmente), es una inversión fonética del dicho «Time heals all wounds», «El tiempo cura todas las heridas». (*N. del T.*).

[409] Aunque la frase aparece en la película *Los hermanos Marx en el Oeste* (1940), se ha atribuido a muchas otras personas, y Groucho ni siquiera fue la primera. Véase Garson O’Toole, «Time Wounds All Heels», Quote Investigator, 23 de septiembre de 2014, https://quoteinvestigator.com/2014/09/23/heels [tinyurl.com/mtts2mss].

[410] Elizabeth Barrett Browning, *Aurora Leigh*, Londres: J. Miller, 1856 [trad. cast.: *Aurora Leigh*, Madrid: Cátedra, 2021; también en ed. bilingüe, Barcelona: Alba, 2019].

[411] Hutan Ashrafian, «Leonardo da Vinci’s Vitruvian Man: A Renaissance for Inguinal Hernias», *Hernia,* 15 (2011), pp. 593-594.

[412] Véase Wikipedia, «Hernia inguinal», https://es.wikipedia.org/wiki/Hernia_inguinal [tinyurl.com/nsmzd2x3].

[413] Gilbert McArdle, «Is Inguinal Hernia a Defect in Human Evolution and Would This Insight Improve Concepts for Methods of Surgical Repair?», *Clinical Anatomy,* vol. 10, n.º 1 (1997), pp. 47-55.

[414] Véase Alice Roberts, *The Incredible Unlikeliness of Being: Evolution and the Making of Us,* Nueva York: Heron Books, 2014 [trad. cast.: *La increíble improbabilidad del ser. La evolución y cómo hemos llegado a ser humanos*, Barcelona: Pasado y Presente, 2018].

[415] Cuando Hurst era adolescente, su padre le llevaba a la Universidad Estatal de Colorado a ver el decatlón anual de máquinas andantes, donde una serie de robots construidos por estudiantes universitarios competían en diez tareas distintas. En el año 2000 presentó su propio diseño y ganó el certamen.

[416] Jonathan Hurst, «Walking and Running: Bio-Inspired Robotics», TEDx Talks, 16 de marzo de 2016, https://www.youtube.com/watch?v=khqi6SiXUzQ [tinyurl.com/3hskev4e]. En un correo electrónico, Hurst me escribió: «Las verdades fundamentales de la locomoción con patas se aplican a cualquier número de ellas: dos, cuatro, seis o las que sean. Nosotros nos hemos centrado en la locomoción bípeda, pero las similitudes entre la locomoción cuadrúpeda y la bípeda son mayores que sus diferencias».

[417] Véase Leslie Klenerman, *Human Anatomy: A Very Short Introduction*, Oxford: Oxford University Press, 2015. Véase también Arthur Keith, «The Extent to Which the Posterior Segments of the Body Have Been Transmuted and Suppressed in the Evolution of Man and Allied Primates», *Journal of Anatomy and Physiology,* vol. 37, n.º 1 (1902), pp. 18-40.

[418] Rebecca L. Ford, Alon Barsam, Prabhu Velusami y Harold Ellis, «Drainage of the Maxillary Sinus: A Comparative Anatomy Study in Humans and Goats», *Journal of Otolaryngology - Head and Neck Surgery,* vol. 40, n.º 1 (2011), pp. 70-74.

[419] Ann Gibbons, «Human Evolution: Gain Came with Pain», *Science,* 16 de febrero de 2013, https://www.sciencemag.org/news/2013/02/human-evolution-gain-came-pain [tinyurl.com/y5sw3caj].

[420] Eric R. Castillo y Daniel E. Lieberman, «Shock Attenuation in the Human Lumbar Spine During Walking and Running», *Journal of Experimental Biology,* vol. 221, n.º 9 (2018), jeb177949.

[421] Bruce Latimer, «The Perils of Being Bipedal», *Annals of Biomedical Engineering,* vol. 33, n.º 1 (2005), pp. 3-6.

[422] Véase Darryl D. D'Lima *et al.*, «Knee Joint Forces: Prediction, Measurement, and Significance», *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine,* vol. 226, n.º 2 (2012), pp. 95-102.

[423] Se espera que la cifra alcance los 1,28 millones en 2030. Matthew Sloan y Neil P. Sheth, «Projected Volume of Primary and Revision Total Joint Arthroplasty in the United States, 2030-2060», Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 6 de marzo de 2018.

[424] Roger Kahn, *The Era, 1947-1957,* Nueva York: Ticknor & Fields, 1993, p. 289.

[425] Matthew Gammons, «Anterior Cruciate Ligament Injury», Medscape, 16 de junio de 2016, https://emedicine.medscape.com/article/89442-overview [tinyurl.com/yc6zwf5m].

[426] Véase David E. Gwinn, John H. Wilckens, Edward R. McDevitt, Glen Ross y Tzu-Cheng Kao, «The Relative Incidence of Anterior Cruciate Ligament Injury in Men and

Women at the United States Naval Academy», *American Journal of Sports Medicine,* vol. 28, n.º 1 (2000), pp. 98-102. Danica N. Giugliano y Jennifer L. Solomon, «ACL Tears in Female Athletes», *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America,* vol. 18, n.º 3 (2007), pp. 417-438.

[427] Christa Larwood, «Van Phillips and the Cheetah Prosthetic Leg: The Next Step in Human Evolution», *OneLife Magazine*, n.º 19 (2010).

[428] Hay un buen resumen en Steve Brusatte, *The Rise and Fall of the Dinosaurs: The Untold Story of a Lost World,* Nueva York: William Morrow, 2018 [trad. cast.: *Auge y caída de los dinosaurios. La nueva historia de un mundo perdido*, Barcelona: Debate, 2023]. Véase también Pincelli M. Hull *et al.*, «On Impact and Volcanism Across the Cretaceous-Paleogene Boundary», *Science,* vol. 367, n.º 6.475 (2020), pp. 266-272.

[429] Qiang Ji *et al.*, «The Earliest Known Eutherian Mammal», *Nature,* 416 (2002), pp. 816-822.

[430] Shweta Shah *et al.*, «Incidence and Cost of Ankle Sprains in United States Emergency Departments», *Sports Health,* vol. 8, n.º 6 (2016), pp. 547-552.

[431] Digo «la mayoría» en lugar de «todos» nosotros porque algunos humanos que viven en la selva y trepan a los árboles para obtener miel tienen fibras musculares más largas y una mayor amplitud de movimiento en la articulación del tobillo. Véase Vivek V. Venkataraman, Thomas S. Kraft y Nathaniel J. Dominy, «Tree Climbing and Human Evolution», *Proceedings of the National Academy of Sciences,* vol. 110, n.º 4 (2013), pp. 1.237-1.242. Thomas S. Kraft, Vivek V. Venkataraman y Nathaniel J. Dominy, «A Natural History of Tree Climbing», *Journal of Human Evolution,* 71 (2014), pp. 105-118.

[432] François Jacob, «Evolution and Tinkering», *Science,* vol. 196, n.º 4.295 (1977), pp. 1.161-1.166.

[433] Véase Dominic James Farris, Luke A. Kelly, Andrew G. Cresswell y Glen A. Lichtwark, «The Functional Importance of Human Foot Muscles for Bipedal Locomotion», *Proceedings of the National Academy of Sciences,* vol. 116, n.º 5 (2019), pp. 1.645-1.650.

[434] Christopher McDougall, *Born to Run: A Hidden Tribe, Superathletes, and the Greatest Race the World Has Never Seen,* Nueva York: Vintage, 2009 [trad. cast.: *Nacidos para correr. La historia de una tribu oculta, un grupo de superatletas y la mayor carrera de la historia*, Barcelona: Debate, 2011]. Véase también Daniel E. Lieberman *et al.*, «Running in Tarahumara (Rarámuri) Culture: Persistence Hunting, Footracing, Dancing, Work, and the Fallacy of the Athletic Savage», *Current Anthropology,* vol. 61, n.º 3 (2020), pp. 356-379.

[435] Nicholas B. Holowka, Ian J. Wallace y Daniel E. Lieberman, «Foot Strength and Stiffness Are Related to Footwear Use in a Comparison of Minimally- vs. Conventionally-Shod Populations», *Scientific Reports,* vol. 8, n.º 3679 (2018), pp. 1-12.

[436] Elizabeth E. Miller, Katherine K. Whitcome, Daniel E. Lieberman, Heather L. Norton y Rachael E. Dyer, «The Effect of Minimal Shoes on Arch Structure and Intrinsic Foot Muscle Strength», *Journal of Sport and Health Science,* vol. 3, n.º 2 (2014), pp. 74-85.

[437] Véase T. Jeff Chandler y W. Ben Kibler, «A Biomechanical Approach to the Prevention, Treatment, and Rehabilitation of Plantar Fasciitis», *Sports Medicine,* 15 (1993), pp. 344-352. Daniel E. Lieberman, *The Story of the Human Body: Evolution, Health, and Disease,* Nueva York: Pantheon, 2013 [trad. cast.: *La historia del cuerpo humano. Evolución, salud y enfermedad,* Barcelona: Pasado y Presente, 2017].

[438] Stephen J. Dubner, «These Shoes Are Killing Me!», *Freakonomics Radio,* 19 de julio de 2017, https://freakonomics.com/podcast/these-shoes-are-killing-me [tinyurl.com/yc26asu2].

[439] Robert Csapo *et al.*, «On Muscle, Tendon, and High Heels», *Journal of Experimental Biology,* 213 (2010), pp. 2.582-2.588.

[440] Véase Michael J. Coughlin y Caroll P. Jones, «Hallux Valgus: Demographics, Etiology y Radiographic Assessment», *Foot* & *Ankle International,* vol. 28, n.º 7 (2007), pp. 759-779. Ajay Goud, Bharti Khurana, Christopher Chiodo y Barbara N. Weissman, «Women's Musculoskeletal Foot Conditions Exacerbated by Shoe Wear: An Imaging Perspective», *American Journal of Orthopaedics,* vol. 40, n.º 4 (2011), pp. 183-191. Lieberman, *The Story of the Human Body*.

[441] Como me escribiría más tarde el doctor Hecht en un correo electrónico complementario: «La lesión requirió reparación quirúrgica mediante placas metálicas y tornillos. Por desgracia, [el paciente] desarrolló una dolorosa artritis postraumática que requería cirugía de fusión de tobillo».

Conclusión

El simio empático

«El cuerpo humano desnudo es algo frágil, vulnerable y un tanto patético; ¡algo como inacabado, incompleto!».

D. H. Lawrence, *El amante de Lady Chatterley*, 1928[442]

La bipedación fue el desencadenante inicial de todos los grandes acontecimientos evolutivos del linaje humano, desde el uso de herramientas y la crianza cooperativa hasta las redes comerciales y el lenguaje, permitiendo finalmente que nosotros, antaño un humilde simio erguido en los bosques del Mioceno, pobláramos el planeta.

Pero sigue siendo un auténtico milagro que estemos aquí. Somos patéticamente lentos: en el mejor de los casos alcanzamos una tercera parte de la velocidad media de galope de un cuadrúpedo de nuestro tamaño. Los dos agujeros de colmillos de leopardo hallados en la parte posterior del cráneo de un fósil de australopiteco constituyen un terrible recordatorio de que nuestra falta de velocidad tuvo consecuencias evolutivas. Apoyarnos solo en dos piernas nos hace ser inestables, hasta el punto de que las caídas accidentales son la causa de más de medio millón de muertes al año en todo el mundo.[443] La misma pelvis corta y achaparrada que adapta biomecánicamente a los humanos para un desplazamiento bípedo eficiente también obliga al bebé a girar en tirabuzón por el canal del parto durante el alumbramiento, lo que hace que este resulte difícil y a veces peligroso. Una vez aquí, nuestros atrevidos caminantes primerizos se precipitan con tanta osadía como imprudencia por los huecos de una pista experimental si no se les supervisa. Y al envejecer, la bipedación se cobra su doloroso peaje en nuestra espalda, nuestras rodillas y nuestros pies.

Es evidente que las ventajas de la locomoción bípeda superan los costes. De lo contrario, nos habríamos extinguido hace mucho tiempo. Pero dados los numerosos inconvenientes de la marcha erguida y lo rara que resulta esta forma de locomoción en el mundo animal, no he podido menos que preguntarme qué fue lo que inclinó la balanza en favor de la supervivencia antes que de la extinción.

La respuesta puede hallarse en uno de los aspectos más maravillosos y misteriosos de la condición humana. Para entenderlo, tenemos que volver a examinar nuestro registro fósil.

Algunos fósiles tienen nombres familiares como «Lucy» o «Sue»; a la mayoría de ellos, sin embargo, se los identifica con siglas y números, como, por ejemplo, KNM-ER 2596.

En este caso, «KNM» son las siglas inglesas de «Museo Nacional de Kenia», la ubicación actual de este fósil en concreto. «ER» significa «East Rudolf», lo que indica que el fósil se encontró en la orilla este del lago Rodolfo, el nombre colonial del actual lago Turkana, en el norte de Kenia. Por último, «2596» indica que se trata del fósil número 2.596 descubierto en este yacimiento, lo cual ocurrió en 1974. Desde entonces no han dejado de encontrarse más fósiles en esa misma zona, lo que actualmente eleva el recuento a casi setenta mil.

KNM-ER 2596 es un pequeño trocito agrietado de tibia distal (o epífisis distal de tibia), el nombre científico que se da a la parte inferior de dicho hueso. En el lugar donde se unía a la articulación del tobillo, está expandida y llena de hueso esponjoso, un claro indicio de que este fósil perteneció a un hominino que caminaba erguido.

Por el tamaño del hueso, podemos estimar que este individuo pesaba algo menos de treinta kilos, más o menos como Lucy. Una tenue línea alrededor del perímetro del hueso marca un cartílago de crecimiento cerrado, lo que revela que este hominino había alcanzado ya su estatura completa poco antes de morir. En conjunto, todos estos indicios inducen a pensar que se trataba de una hembra en los últimos años de la adolescencia. Murió hace aproximadamente 1,9 millones de años, según la cantidad de radiación presente en las capas de ceniza que rodeaban al fósil. Varias impresiones de dientes de carnívoro revelan la probable causa de su muerte.

No sabemos con certeza a qué especie pertenecía KNM-ER 2596, puesto que en aquella época vivían varios tipos de homininos.[444] Pero en este hueso hay algo curioso. No se parece exactamente a la tibia del esqueleto de Lucy ni a la de ningún otro hominino bípedo. El maléolo medial —la protuberancia redondeada

de la parte interior del tobillo— resulta inusualmente pequeño y atrofiado, y la articulación del tobillo tiene un ángulo peculiar. Actualmente, esos extraños rasgos anatómicos a veces se encuentran en personas que se rompieron el tobillo en la infancia y en las que luego los huesos de este no se reajustaron correctamente.[445]

Obviamente, hace 1,9 millones de años no había médicos ni hospitales, pero esta pequeña hominina no murió inmediatamente después de romperse el tobillo, a pesar de que ello la dejaba indefensa en un mundo lleno de depredadores. Lejos de perecer en aquel momento, vivió lo suficiente para curarse y crecer.

Los fósiles son solo piedras, pero cuentan historias extraordinarias. Imagine la escena que se desarrolló en la orilla este del lago Turkana hace 1,9 millones de años. El sol asomaba en el horizonte, proyectando una luz dorada sobre las extensas praderas. En un bosque de ribera que abrazaba un río cercano, los monos se despertaron con estrépito. Los antepasados de las cebras, elefantes y antílopes actuales mascaban su desayuno, alzando de vez en cuando la cabeza para detectar posibles depredadores al acecho entre la alta hierba.

Desde la seguridad de sus árboles, los homininos observaban cómo se desarrollaba la escena. No se atrevían a bajar al suelo. Los depredadores tenían hambre, y los homininos formaban parte de su menú. Pero una vez que el sol alcanzaba la altura suficiente para obligar a los grandes felinos a buscar una sombra, los homininos bajaban a buscar comida. Recogían larvas, tubérculos, frutos, semillas, hojas verdes y quizá incluso restos de carne adherida a los huesos de las presas que habían matado los felinos durante la noche.

Uno de esos homininos era KNM-ER 2596. Iba con su familia y amigos, un grupo de unas dos o tres docenas de individuos. Su madre ya no la alimentaba porque ahora tenía otro bebé del que cuidar, pero KNM-ER 2596 la ayudaba a transportarlo mientras buscaban comida. Al ponerse el sol, volvió a refugiarse en un árbol y preparó un nido para pasar la noche. Tal vez mirara hacia arriba y se preguntara por aquellos puntitos de luz que brillaban en el cielo.

Un día, la vida de KNM-ER 2596 cambió radicalmente. Puede que se cayera de un árbol, o quizá tropezó en una zanja. Sea como fuere, se torció el tobillo, los ligamentos se desgarraron y se rompió el hueso. Quedó tendida en el suelo, llorando de dolor y pidiendo ayuda. Su madre corrió en su ayuda, pero no podía soltar a su bebé; no en una pradera abierta con depredadores merodeando cerca. El resto del grupo se acercó con aire preocupado, sabiendo que el alboroto no tardaría en atraer a grandes felinos y hienas.

Lo más seguro para los demás integrantes del grupo era abandonarla a su suerte, pero no fue eso lo que ocurrió.

Puede que alguno de ellos la llevara a una zona boscosa y la ayudara a encaramarse a un árbol. Tal vez el árbol estaba cargado de fruta que ella pudo mordisquear sin abandonar la seguridad de sus ramas. Quizá otros le trajeron larvas, un trozo de antílope o un puñado de semillas. Tal vez era época de lluvias y pudo obtener agua lamiendo las hojas.

Si hubiéramos encontrado más partes de su esqueleto, sabríamos más de su historia, pero la única prueba que tenemos de su existencia es un precioso trozo de su tibia. ¿Sabemos *con certeza* si otros miembros del grupo la cuidaron mientras se curaba? No, pero es difícil imaginar cómo pudo sobrevivir de otro modo. KNM-ER 2596 fue mejorando poco a poco, pero nunca llegó a perder la cojera.

Cuando un cuadrúpedo —como una cebra o un antílope— sufre una herida grave en una de sus extremidades, renquea, pero aún puede caminar. Cuando es un bípedo el que sufre este tipo de lesión, en cambio, ya no puede seguir andando. La bipedación no solo nos hace vulnerables a posibles lesiones en las piernas y los pies, sino que además nos convierte en seres especialmente débiles cuando se producen.

Si KNM-ER 2596 fuera el único ejemplo de un hominino que sobrevivió a una lesión potencialmente catastrófica, nos limitaríamos a señalar lo afortunada que fue y la mencionaríamos en una nota a pie de página. Pero ella no fue la única que necesitó ayuda para sobrevivir a una lesión o a una enfermedad. Hubo otros casos, muchos otros.

Un esqueleto de *Australopithecus afarensis* de 3,4 millones de años de antigüedad descubierto en el yacimiento etíope de Woranso-Mille por Yohannes Haile-Selassie presentaba una fractura de tobillo curada exactamente igual a la de KNM-ER 2596.[446] Más o menos en la misma época en la que esta última se recuperaba a orillas del lago Turkana, otro hominino conocido como KNM-ER 738 se fracturó el fémur izquierdo.[447] Se trataba de una fractura espiralada, del tipo que los médicos de urgencias suelen ver actualmente como consecuencia de accidentes de coche o de esquí. Habitualmente se requieren seis semanas de inmovilización completa antes de que el paciente pueda volver a caminar. KNM-ER 738 no debería haber sobrevivido. Pero este fósil, descubierto por el equipo de Richard Leakey en 1970, tiene una zona engrosada de hueso —lo que se conoce como *callo*— que prueba que se curó y siguió viviendo.

Varios anillos de hueso inflamado rodeaban y engrosaban asimismo el esqueleto de un *Homo erectus* cuyo fósil lleva el nombre de KNM-ER 1808. Al principio, los científicos lo achacaron a un exceso de vitamina A, una afección que afectaba a los náufragos de principios del siglo XX que, tras ingerir demasiado

hígado de foca, desarrollaban excrecencias similares y finalmente perecían. Otros postulan que la afección se debía al pian, una infección bacteriana que hoy en día rara vez es mortal, pero desfigura a quienes la sufren.[448] Sea cual fuere la causa, la inflamación ósea de KNM-ER 1808 habría sido sin duda dolorosa y debilitante. Pero este *Homo erectus* siguió comiendo, moviéndose y respirando. Es difícil imaginar que hubiera podido hacerlo sin ayuda.[449]

Y la lista continúa. El Niño de Nariokotome, otro *Homo erectus* de 1,49 millones de años, parece que tenía escoliosis.[450] Un fósil parcial de pie de 1,8 millones de años hallado en la garganta de Olduvai, en Tanzania, presenta excrecencias óseas que revelan que el individuo en cuestión padecía una artritis grave.[451] Varios huesos de piernas de homininos hallados en las proximidades exhiben tejido óseo deteriorado a consecuencia de una grave lesión de sindesmosis de tobillo.[452] Varias vértebras descubiertas en los sedimentos de una cueva de 2,5 millones de años de antigüedad en Sudáfrica presentan anillos óseos compatibles con una artritis grave en la parte inferior de la espalda.[453] En los mismos depósitos cavernarios, los investigadores descubrieron una fractura por compresión curada en el tobillo de un australopiteco.[454] Karabo, el esqueleto de *Australopithecus sediba* que encontró el niño de nueve años Matthew Berger en compañía de su perro Tau, tenía un tumor en las vértebras que sin duda le habría causado dolor y punzadas.[455] En cada uno de estos casos cabe suponer que los individuos afectados se beneficiaron de la ayuda de otros.

La vida no era fácil para nuestros antepasados. Y desplazarse sobre dos piernas la hacía aún más difícil. Todos los días tenían que competir por la comida con otras especies de homininos mientras trataban de evitar a temibles depredadores. Frente a todas esas amenazas, necesitaban defenderse ferozmente del peligro de los «otros» al tiempo que mostraban empatía hacia los suyos.

El primatólogo Richard Wrangham, de la Universidad de Harvard, denomina a esto la «paradoja de la bondad».[456] ¿Cómo es que los humanos podemos ser crueles y compasivos a la vez? Los estudiosos llevan siglos debatiendo la esencia de la naturaleza humana.[457] ¿Somos innatamente violentos y refrenamos nuestras tendencias agresivas mediante reglas y normas grupales, o somos pacíficos por naturaleza y nos volvemos agresivos en sociedades opresoras que priman la violencia y el patriarcado?

Todos los mamíferos, incluidos los humanos, tienen un comportamiento flexible. Pueden ser cariñosos en un momento dado y violentos al siguiente. Las adorables nutrias se cogen de la mano y se acicalan afectuosamente unas a otras, pero atacan a crías de foca o copulan a la fuerza con ellas. Los mismos elefantes que cuidan tiernamente de sus recién nacidos pueden pisotear a un safarista

humano. El perro doméstico es un miembro más de las familias de millones de personas en todo el mundo, más de cincuenta millones solo en Estados Unidos. Los perros van a buscar obedientemente los objetos que les lanzamos, solicitan nuestras caricias y nos lamen; pero también nos muerden. En Estados Unidos, por ejemplo, nuestros peludos amigos muerden a 4,5 millones de personas al año, lo que se traduce en 10.000 visitas al hospital y alrededor de una cincuentena de muertes.[458]

El comportamiento de los mamíferos constituye, pues, una danza en la que se alternan la hostilidad y la armonía.

A menudo se considera que nuestros parientes más cercanos, los chimpancés y los bonobos, tienen un comportamiento diametralmente opuesto. De vez en cuando los chimpancés se revelan asesinos despiadados, mientras que los bonobos nos parecen unos pacíficos libertinos. Los que consideran a los humanos violentos por naturaleza suelen esgrimir las investigaciones realizadas con chimpancés para respaldar su argumento; quienes los consideran pacíficos por naturaleza, en cambio, aducen las realizadas con bonobos. La realidad, sin embargo, tiene muchos más matices.

En 2006, en el Parque Nacional de la Selva de Kibale, en Uganda, presencié cómo Miles, uno de los machos de mayor rango de su grupo, golpeaba con saña a una hembra. Esta trataba desesperada e inútilmente de escapar una y otra vez, mientras él la sujetaba por una pierna, la arrastraba hacia atrás y la golpeaba con los puños cerrados. Dos días antes, sin embargo, había podido observar al mismo Miles relajado y tendido de costado, jugando con una cría. Se mostraba amable y cariñoso.

Un año después, acompañé al mismo grupo de chimpancés cuando salió a patrullar por su territorio. Una docena de machos se desplazaron con decisión hasta la zona que lo delimitaba. Olfateaban el aire, y de vez en cuando se detenían, erguidos sobre sus patas traseras, para escuchar con atención y detectar la presencia de un potencial enemigo. Se movían en un inquietante silencio. Aquel día terminó sin incidentes.[459] Pero una semana antes de mi llegada, el mismo grupo se había tropezado con un chimpancé de un grupo vecino y lo había matado a golpes.[460]

En cambio, nunca se ha visto a los bonobos participar en matanzas territoriales. Cuando se encuentran con vecinos, los acicalan, comparten su comida e incluso mantienen relaciones sexuales con ellos. En sus selvas, donde abundan los recursos, parece que la mejor estrategia de comportamiento es hacer el amor y no la guerra, pero eso no significa que los bonobos sean pacíficos.[461] Cazan y comen carne, y en sus sociedades matriarcales a veces las disputas entre

los miembros del grupo se vuelven violentas. En ocasiones, las hembras de bonobo forman coaliciones para atacar y someter a los machos agresivos.

«El potencial del bien y del mal se da en cada individuo», escribe Richard Wrangham en *The Goodness Paradox*.[462] ¿Aportan los registros fósiles alguna pista en torno al equilibrio entre agresividad y concordia en el linaje humano?

En la sierra de Atapuerca, en Burgos, un equipo de paleoantropólogos ha recuperado siete mil fósiles de homininos de una cueva de medio millón de años de antigüedad conocida como Sima de los Huesos. Los restos, que aparecieron entremezclados, se han clasificado en un conjunto de veintiocho esqueletos parciales. Estos fósiles son los más antiguos que todavía conservan ADN, lo que ha revelado que los habitantes de Atapuerca eran antepasados de los neandertales.[463]

Uno de ellos, al que los investigadores apodaron «Benjamina» (que en hebreo significa «la más querida»), era de una niña que murió cuando tenía unos siete años. Su cráneo deformado indica que padecía un caso grave de craneosinostosis, una enfermedad que provoca deficiencia mental.[464] Cuidar de una niña durante siete años ya entraña de por sí una gran dedicación, pero el caso de Benjamina sin duda debió de requerir de más cuidados. Al mismo tiempo, otro individuo cuyos huesos descansaban no lejos de los de Benjamina presenta pruebas de haber sido objeto de un trato brutal: lo habían matado a golpes con una piedra.[465] Dos pedradas en la frente, justo por encima del ojo izquierdo, penetraron en el cráneo y dejaron al descubierto su cerebro. Su cuerpo fue arrojado a una dolina natural, en la misma Sima de los Huesos.

Hace 36.000 años, alguien cogió una piedra afilada —quizá un hacha de mano— y le hizo un tajo en la parte superior de la cabeza a un neandertal cerca de la actual Saint-Césaire, en Francia. Pero su fósil muestra hueso cicatrizado alrededor de la herida, prueba de que siguió viviendo.[466]

Hace 150.000 años, una niña pequeña que vivía en la cueva del Lazaret, cerca de la actual población francesa de Niza, sufrió un golpe en el lado derecho de la cabeza.[467] Puede que estuviera haciendo el tonto y se cayera; quizá una amiga tiró una piedra que la alcanzó por accidente; o tal vez un miembro de su grupo —o de un clan vecino— la golpeó en la cabeza de forma deliberada. Sea como fuere, los fósiles que dejó tras de sí revelan que quedó malherida. Aunque debió de sangrar profusamente por el tipo de herida que tenía en la cabeza, el caso es que se curó. Alguien debió de atenderla hasta que se recuperó de la lesión.

En 2011, la investigadora Xiu-Jie Wu, de la Academia China de las Ciencias,

publicó los resultados del análisis que había realizado a un cráneo de casi trescientos mil años de antigüedad procedente del sur de China.[468] El individuo en cuestión también había sufrido un golpe en la parte superior de la cabeza y se había curado. Wu y sus colegas siguieron documentando otros casos de violencia traumática —más de cuarenta heridas en la cabeza— en fósiles de antepasados nuestros.[469] Pero en casi todos los casos la víctima había sobrevivido y se había curado, y la mayoría no podría haberlo hecho sin ayuda.

Los humanos somos exclusivistas, tenemos un fuerte sentimiento de clan. Como los chimpancés, solemos limitar nuestro altruismo a quienes percibimos como parte de nuestro grupo. Podemos desatar una terrible violencia contra aquellos que definimos como «otros», a veces para apoderarnos de riquezas o territorios, pero a menudo simplemente porque adoran a un dios diferente, tienen distinto color de piel, hablan una lengua diversa o viven bajo una bandera que no es la nuestra. Sí, es verdad que los seres humanos destacamos a la hora de cooperar unos con otros, pero uno de los fines por los que mejor lo hacemos es matar a un gran número de otros seres humanos.[470]

Desde los simios armados con garrotes de *2001: Una odisea en el espacio* hasta la falsa pero todavía omnipresente hipótesis del «hombre cazador», según la cual nuestra evolución se vio impulsada en parte por el hambre de carne de grandes animales, nuestras innegables tendencias violentas y agresivas han dominado los relatos que hemos construido sobre nuestro pasado. Sin embargo, nuestro viaje evolutivo también nos ha dotado de una extraordinaria capacidad de empatía. Hemos pasado por alto con excesiva frecuencia lo mejor de nuestra naturaleza, e ignorado el hecho de que, como en el caso de los cuarenta homininos de Wu que sobrevivieron a heridas en la cabeza porque tuvieron ayuda, el conflicto y la empatía van de la mano.[471]

«Tu corazón hace más o menos lo mismo cuando sientes una furia homicida o cuando estás teniendo un orgasmo —escribe Robert Sapolsky, neurobiólogo y primatólogo de la Universidad de Stanford, en su libro *Compórtate*—. Lo opuesto al amor no es el odio, es la indiferencia».[472] Pero no es precisamente indiferencia lo que yo observo en el registro fósil humano.

Recordemos las huellas de Laetoli, esas pisadas de hace 3,66 millones de años. Parece que el individuo de menor tamaño, una mujer, caminaba con una fuerte cojera, ya que su pie formaba un ángulo de casi treinta grados con respecto a la dirección de la marcha. Pero no caminaba sola: la acompañaban otros individuos que la ayudaban.[473]

También Lucy debió de contar con ayuda. Su fémur presenta un marcado

arco de hueso infectado en el punto donde se habrían insertado los músculos de la cadera.[474] Puede que la causa fuera una espina que se le clavara profundamente en el costado. Quizá el tendón se le desgarró del hueso cuando huía desesperada de las fauces de un depredador. Escapó con vida, pero seguramente le dolía la cadera, y eso la hacía cojear.

Lucy tenía asimismo problemas de espalda.[475] Aunque todavía era joven, cuatro de sus vértebras habían desarrollado unas extrañas excrecencias similares a las que se observan actualmente en las personas que padecen un trastorno esquelético conocido como enfermedad de Scheuermann. Es posible que esta dolencia le hubiera generado una joroba y hubiera mermado su capacidad de andar. La vida, pues, era dura y dolorosa para este auténtico símbolo de nuestra disciplina.

Pero todavía resulta más revelador el modo en que las hembras de la especie de Lucy daban a luz.

En 2017 tuve ocasión de trabajar con las antropólogas Natalie Laudicina, Karen Rosenberg y Wenda Trevathan precisamente para tratar de reconstruir cómo lo hacían.[476] Por la forma de la pelvis de Lucy, dedujimos que era imposible que un australopiteco naciera boca arriba, como ocurre en la mayoría de los partos de los simios. En su lugar, el bebé rotaba al entrar en el canal del parto, y luego, al llegar al plano medio, tenía que rotar de nuevo para poder pasar los hombros. Aunque nuestras simulaciones no requerían una rotación completa de ciento ochenta grados, el bebé tenía que nacer boca abajo, en posición occipito-anterior, como nacen actualmente la mayoría de los humanos. De modo que para las congéneres de Lucy habría sido peligroso parir a solas.

Para los paleoantropólogos, eso implica que Lucy tenía quien la ayudara. De modo que el origen de la partería debe de remontarse al menos a 3,2 millones de años atrás, a la época del australopiteco. Como escribe Rosenberg: «La partería […] es "el oficio más antiguo del mundo"».[477]

Las hembras de chimpancé, cuyas espaciosas pelvis no requieren que sus bebés roten al avanzar por el canal del parto, suelen dar a luz solas, pero en las de bonobo —nuestras otras primas hermanas con pelvis igualmente amplias— el parto no siempre es una experiencia solitaria.

En 2018, Elisa Demuru, investigadora de posdoctorado de la Universidad de Lyon, publicó las observaciones que había realizado de tres partos de hembras de bonobo en cautividad.[478] En ellos estuvieron presentes otras hembras, que incluso ayudaron sosteniendo a la cría mientras nacía. Unos años antes, Pamela Heidi Douglas, científica del Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva de Leipzig, había presenciado un raro parto diurno de una hembra de bonobo

salvaje en las selvas de la República Democrática del Congo: también en este caso hubo otras hembras presentes.

En esta triple familia de humanos, chimpancés y bonobos, los que se salen de la norma son, pues, los chimpancés. Es posible que a lo largo de su historia evolutiva estos modificaran su comportamiento relativo al parto, de manera que, de ser inicialmente un acto social, habría pasado a convertirse en una actividad solitaria.

De ser así, cuando el último ancestro común de los humanos, chimpancés y bonobos daba a luz, probablemente ya había otras hembras presentes y dispuestas a ayudar. Quizá el apoyo social durante los partos de los homininos bípedos incluso fuera *anterior* a la necesidad física de contar con asistentes. Tal vez el parto rotatorio, necesario por los cambios pélvicos que acompañaron a la bipedación, solo fue posible porque la asistencia de otras hembras ya formaba parte del repertorio conductual de nuestros antepasados homininos.

En el dilema del huevo y la gallina que involucra la asistencia al parto y el parto rotatorio, la conclusión lógica es que la ayuda de otras hembras fue primero.

La marcha erguida se halla íntimamente ligada a nuestra evolución como especie social. Las pruebas de las que disponemos sugieren que nuestros antepasados bípedos no solo ayudaban en los partos, sino que también cuidaban de los bebés mientras sus madres buscaban comida. Formaban comunidades que mantenían sanas y salvas a sus crías mientras sus cerebros crecían y aprendían las costumbres de su grupo. Demasiado lentos para huir, y demasiado pequeños para defenderse solos de posibles ataques, tenían que cuidar unos de otros para sobrevivir.

Hoy damos por sentada esta base ancestral de confianza, generosidad y cooperación y que nuestros hijos pueden dar sus primeros pasos sin temor alguno, seguros de que siempre tendrán cerca a alguien que cuide de ellos y los proteja del peligro. Coordinamos inconscientemente nuestros pasos con los de quienes nos rodean, tal como hemos hecho durante milenios.

La bipedación evolucionó de la mano de la empatía, impulsó el desarrollo de la tecnología y, junto con la inteligencia, acabaría dando lugar a la medicina, los hospitales, las sillas de ruedas y las prótesis del mundo moderno.[479] La evolución de la capacidad de andar de un simio social y empático es lo que a la larga posibilitaría que millones de personas con discapacidad en todo el mundo (casi tres millones solo en Estados Unidos) pudieran permitirse *no andar*.

El primatólogo Frans de Waal ha escrito que la empatía empieza con la

«sincronización de los cuerpos».[480] Al caminar al unísono con quienes nos rodean, no podemos evitar ponernos en el lugar del otro.

Como muchas otras ideas, el origen del vínculo entre la bipedación y las tendencias sociales se remonta a Darwin. En 1871, escribía:

> *En lo que a la talla y a la fuerza corporal atañe, no sabemos si el hombre desciende de una especie pequeña, como el chimpancé, o de otra tan poderosa como el gorila; tampoco podemos, por consiguiente, decir si el hombre se ha hecho más grande y fuerte que sus antepasados, o si, por el contrario, se ha achicado y debilitado desde su origen hasta nuestros días. Recordaremos, sin embargo, que un animal de muy gran tamaño, gran fuerza y ferocidad, y que como el gorila, pudiera defenderse de todos sus enemigos, es probable que no se hubiera hecho social; este defecto le hubiera impedido la adquisición de cualidades mentales tan superiores como la simpatía y el amor al prójimo. Esta consideración hace creer que para el hombre hubiera sido una inmensa ventaja contar como origen de su abolengo algún ser comparativamente débil.*[481]

Aunque su argumento general es acertado, en este pasaje hay errores fácticos. Los chimpancés no son pequeños y débiles, sino, de hecho, bastante fuertes. Los gorilas son menos feroces y más sociales de lo que describe Darwin. Y asimismo es un error suponer que una especie afectuosa y social es automáticamente «débil».

Se dice que el conocido mafioso Al Capone declaró en cierta ocasión: «No confundas mi amabilidad con debilidad».[482] Al dalái lama se le atribuye una frase casi idéntica: «Nunca confundas […] mi amabilidad con debilidad».[483] Esto ilustra muy bien la extraordinaria flexibilidad de nuestro comportamiento. Somos pacíficos y violentos, solidarios y egoístas, empáticos e indiferentes. Escribía De Waal: «Caminamos sobre dos piernas: una social y otra egoísta».[484]

Tendemos a hacer hincapié en nuestras propensiones egoístas y a dar por sentada nuestra sociabilidad. Los humanos realizan cada día millones de actos generosos, considerados, amables y potencialmente transformadores sin que apenas se les preste atención. Pero cuando nos apartamos del lado solidario de nuestra naturaleza y cometemos actos de codicia y violencia, resultan lo suficientemente aberrantes para destacar.

Bombardeados constantemente en nuestro ininterrumpido ciclo de noticias con ejemplos de crueldad humana, a menudo pasamos por alto lo extraordinariamente solidarios y tolerantes que podemos llegar a ser. Ayudarnos unos a otros es algo natural en nosotros: sujetarle la puerta a un vecino, darle unas monedas a un mendigo, pasar el plato para compartir la comida con los

demás… son actos tan cotidianos que la amabilidad humana, como el caminar, se ha convertido en algo prosaico.

Cabe señalar que los humanos y nuestros antepasados homininos no somos en absoluto las únicas criaturas que cooperan o muestran empatía. El recurso a este tipo de comportamientos para mantener la cohesión social se ha constatado ampliamente en todo el reino animal. Por ejemplo, las hormigas y las abejas cooperan de forma mucho más plena y eficiente que nosotros. También se ha observado empatía en especies tan diversas como los elefantes, los delfines y los perros.

Y nuestros parientes primates manifiestan asimismo ciertos ecos de *nuestra* propia naturaleza compasiva.

En 1974, Penny, una chimpancé de tres años del Instituto de Estudios de Primatología de Oklahoma, cayó al foso de agua que rodeaba su recinto y empezó a ahogarse; entonces Washoe, otra chimpancé de nueve años que no guardaba ningún parentesco con ella, saltó una valla electrificada para salvarla. En 1996, Binti-Jua, una gorila occidental de llanura, recogió y acunó a un niño de tres años que había caído a su recinto en el Zoo de Brookfield, a las afueras de Chicago, al que luego depositó sano y salvo. A principios de 2020 se fotografió a un orangután tendiendo la mano a un hombre que estaba con el agua hasta la cintura.[485] Los bonobos, los más empáticos y altruistas de los grandes simios, comparten habitualmente la comida, incluso con extraños.

Lo que hizo falta para que las semillas de la cooperación y el altruismo brotaran en el linaje humano fueron justamente los colosales retos planteados por la marcha erguida.

En 2011, los paleoantropólogos Don Johanson y Richard Leakey se unieron al neurocirujano y periodista médico Sanjay Gupta en un evento público celebrado en el Museo Americano de Historia Natural de Nueva York. La última vez que los dos paleoantropólogos compartieron estrado, en 1980, Leakey se marchó enfurecido a raíz de sus diferentes interpretaciones de los antiguos huesos que estaban extrayendo de unos sedimentos africanos. Sin embargo, unas décadas después, estas dos intimidantes figuras de nuestra disciplina se habían sosegado lo bastante para reflexionar conjuntamente sobre su trayectoria profesional.

Durante la sesión de preguntas, Gupta les planteó la cuestión de qué era lo que nos hacía humanos. Leakey, que fue el primero en responder, contó que había perdido las piernas tras quedar aplastadas en un accidente aéreo en 1993, y que ahora caminaba con prótesis. Explicó:

Si eres una criatura de dos piernas y no tienes ninguna, no llegas muy lejos […] ser «unípedo» no es mejor que ser «no-pedo». En cambio, si eres un chimpancé, o un babuino, o un león, o un perro, y tienes cuatro patas, puedes perder una y apañártelas perfectamente. Ahora bien, una vez que nos hicimos bípedos […] los vínculos e interacciones sociales adquieren no solo un significado, sino también un valor completamente distinto. Y no creo que los primates bípedos hubieran podido sobrevivir a menos que, además de ser bípedos, hubieran cambiado su forma de pensar en términos de altruismo y en términos de interrelación y conexiones sociales. [486]

Podría ser, entonces, que uno de los aspectos más misteriosos de la condición humana —nuestra capacidad de altruismo— surgiera de nuestra propia vulnerabilidad como bípedos en un mundo lleno de peligros. Es cierto que nuestra supervivencia fue y sigue siendo para muchos una lucha; pero como descendientes de homininos bípedos, nuestro viaje evolutivo continúa, porque la empatía, la cooperación y la generosidad evolucionaron a la par que nuestra peculiar forma de locomoción.

Yo diría que el experimento humano no habría sido posible a menos que descendiéramos de simios sociales capaces de sentir empatía; que la bipedación solo podría haber evolucionado a partir de un linaje que hubiera desarrollado la capacidad de tolerancia, cooperación y cuidado mutuo. La bipedación en un simio excesivamente agresivo, con tendencias puramente egoístas y escasa tolerancia hacia otros miembros del grupo, habría llevado de seguro a la extinción.

Para la película *Contact*, Carl Sagan escribió de los humanos: «Sois una especie interesante. Una mezcla interesante. Sois capaces de hermosos sueños y de horribles pesadillas. Os sentís solos y perdidos, pero no lo estáis. Mira, en toda nuestra búsqueda, lo único que hemos encontrado que hace soportable el vacío son los demás».[487]

Tras millones de años y decenas de experimentos evolutivos, los humanos somos los últimos simios bípedos de la Tierra. Mientras avanzamos como especie hacia tiempos inciertos e inquietantes, nos ayuda volver la vista atrás y ver el rastro que hemos dejado. Juntos, hemos llegado lejos y hemos superado muchas cosas.

Es hora de aceptar las lecciones que nos enseñan los huesos de nuestros antepasados y construir una nueva historia del origen humano en la que el éxito evolutivo de este extraordinario simio erguido se atribuya en gran medida a nuestra capacidad de empatía, tolerancia y cooperación.

[442] D. H. Lawrence, *Lady Chatterley's Lover*, Florencia: Tipografia Giuntina, 1928 [trad. cast.: *El amante de Lady Chatterley*, con varias eds. disponibles].

[443] Organización Mundial de la Salud, «Caídas», 26 de abril de 2021, https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/falls [tinyurl.com/mvha5cxz].

[444] El número de especies de homininos que coexistieron en un momento dado es una cuestión controvertida, y el caso del yacimiento keniano de Koobi Fora hace 1,9 millones de años no es una excepción. En esa época se sabe de al menos dos: *Homo* y un australopiteco robusto denominado *Australopithecus* (o *Paranthropus*) *boisei*. Pero podría haber hasta cuatro especies distintas. Algunos investigadores plantean la hipótesis de que había dos especies de *Homo* primitivo, a las que llaman *H. habilis* y *H. rudolfensis*. Por otra parte, un fragmento de cráneo de hace 1,9 millones de años catalogado como KNM-ER 2598 se ha asignado a *Homo erectus*, lo que indica que por entonces este taxón también había evolucionado ya. De modo que hace 1,9 millones de años habrían confluido cuatro especies en Koobi Fora.

[445] Jeremy M. DeSilva y Amanda Papakyrikos, «A Case of Valgus Ankle in an Early Pleistocene Hominin», *International Journal of Osteoarchaeology,* vol. 21, n.º 6 (2011), pp. 732-742.

[446] Yohannes Haile-Selassie *et al.*, «An Early *Australopithecus afarensis* Postcranium from Woranso-Mille, Ethiopia», *Proceedings of the National Academy of Sciences,* vol. 107, n.º 27 (2010), pp. 12121-12126.

[447] Richard E. F. Leakey, «Further Evidence of Lower Pleistocene Hominids from East Rudolf, North Kenya», *Nature,* 231 (1971), pp. 241-245.

[448] Sobre el exceso de vitamina A debido al consumo de hígado, véase Alan Walker, Michael R. Zimmerman y Richard E. F. Leakey, «A Possible Case of Hypervitaminosis A in *Homo erectus*», *Nature,* 296, n.º 5.854 (1982), pp. 248-250. Alan Walker y Pat Shipman, *The Wisdom of the Bones: In Search of Human Origins,* Nueva York: Vintage, 1997. Una hipótesis alternativa postula que KNM-ER 1808 ingirió demasiada miel, que también contiene altas concentraciones de vitamina A. Véase Mark Skinner, «Bee Brood Consumption: An Alternative Explanation for Hypervitaminosis A in KNM-ER 1808 (*Homo erectus*) from Koobi Fora, Kenya», *Journal of Human Evolution,* vol. 20, n.º 6 (1991), pp. 493-503. Con respecto a la explicación del pian, véase Bruce M. Rothschild, Israel Hershkovitz y Christine Rothschild, «Origin of Yaws in the Pleistocene», *Nature,* 378 (1995), pp. 343-344.

[449] La cuestión de si KNM-ER 1808 es un macho o una hembra osteológica resulta controvertida. Basándose en lo que parecía ser una amplia escotadura ciática en la pelvis y un pequeño arco superciliar, Walker *et al.* (en *Nature*, 1982) postularon que 1808 era una hembra osteológica. Sin embargo, dadas las pruebas existentes de que los criterios utilizados para determinar el sexo de los esqueletos humanos modernos pueden no funcionar tan bien con los primeros homininos, el tamaño del esqueleto y los posteriores descubrimientos de que *Homo erectus* probablemente ya presentaba un dimorfismo en lo

referente a su tamaño corporal, tiendo a pensar que 1808 era un macho osteológico. Pero, obviamente, puedo estar equivocado.

[450] Bruce Latimer y James C. Ohman, «Axial Dysplasia in *Homo erectus*», *Journal of Human Evolution,* 40 (2001), A12. Otro equipo sugiere que Nariokotome no tenía escoliosis, sino una hernia discal inducida por un traumatismo. Véase Regula Schiess, Thomas Boeni, Frank Rühli y Martin Haeusler, «Revisiting Scoliosis in the KNM-WT 15000 *Homo erectus* Skeleton», *Journal of Human Evolution,* 67 (2014), pp. 48-59. Martin Hauesler, Regula Schiess y Thomas Boeni, «Evidence for Juvenile Disc Herniation in a *Homo erectus* Boy Skeleton», *Spine* 38, n.º 3 (2013), E123-E128.

[451] Elizabeth Weiss, «Olduvai Hominin 8 Foot Pathology: A Comparative Study Attempting a Differential Diagnosis», *HOMO: Journal of Comparative Human Biology,* vol. 63, n.º 1 (2012), pp. 1-11. Randy Susman postula que las lesiones del pie de este hominino fueron inducidas por un traumatismo. Véase Randall L. Susman, «Brief Communication: Evidence Bearing on the Status of *Homo habilis* at Olduvai Gorge», *American Journal of Physical Anthropology,* vol. 137, n.º 3 (2008), pp. 356-361.

[452] Susman, «Brief Communication».

[453] Edward J. Odes *et al.*, «Osteopathology and Insect Traces in the *Australopithecus africanus* Skeleton StW 431», *South African Journal of Science,* vol. 113, n.os 1-2 (2017), pp. 1-7.

[454] G. R. Fisk y Gabriele Macho, «Evidence of a Healed Compression Fracture in a Plio-Pleistocene Hominid Talus from Sterkfontein, South Africa», *International Journal of Osteoarchaeology,* vol. 2, n.º 4 (1992), pp. 325-332.

[455] Patrick S. Randolph-Quinney *et al.*, «Osteogenic Tumor in *Australopithecus sediba*: Earliest Hominin Evidence for Neoplastic Disease», *South African Journal of Science,* vol. 112, n.os 7-8 (2016), pp. 1-7.

[456] Richard Wrangham, *The Goodness Paradox: The Strange Relationship Between Virtue and Violence in Human Evolution,* Nueva York: Vintage, 2019.

[457] A menudo esta cuestión se enmarca en la polémica entre quienes se alinean con la visión de Thomas Hobbes (los seres humanos son egoístas por naturaleza) o quienes coinciden con la de Jean-Jacques Rousseau (los seres humanos son buenos por naturaleza), aunque Wrangham argumenta que en realidad Rousseau no era tan rousseauniano como muchos creen. Véase Wrangham, *The Goodness Paradox*, pp. 5, 18. Robert M. Sapolsky, *Behave: The Biology of Humans at Our Best and Worst,* Nueva York: Penguin Press, 2017 [trad. cast.: *Compórtate. La biología que hay detrás de nuestros mejores y peores comportamientos,* Madrid: Capitán Swing, 2020]. Nicholas A. Christakis, *Blueprint: The Evolutionary Origins of a Good Society,* Nueva York: Little, Brown Spark, 2019. Brian Hare y Vanessa Woods, *Survival of the Friendliest: Understanding Our Origins and Rediscovering Our Common Humanity,* Nueva York: Random House, 2020.

[458] Las cifras sobre mordeduras de perros y fallecimientos en Estados Unidos proceden de Wikipedia, «List of Fatal Dog Attacks in the United States», https://

en.wikipedia.org/wiki/List_of_fatal_dog_attacks_in_the_United_States [tinyurl.com/3fc3t4jp].

[459] Al menos para los chimpancés. Resulta que era el primer día que pasaba mi mujer en la selva con los chimpancés, y nuestro grupo ya los había visto cazar y comer colobos rojos. Poco después nos ocultamos entre las raíces tablares de unas higueras mientras pasaba una pequeña manada de elefantes de la selva. Luego los chimpancés nos llevaron a un pantano donde nos hundimos hasta las rodillas en una densa capa de estiércol. Fue entonces cuando molestamos a un nido de abejas «asesinas». Atrapados en el barro, era imposible correr, y las abejas nos picaban sin piedad una y otra vez. Me di un manotazo en la cara para espantarlas, y mis gafas y mi gorra de los Red Sox salieron despedidas hacia el bosque. Luego mi mujer me cogió de la mano, conseguimos salir del pantano y corrimos hacia un lugar seguro. Así que quizá no debería haber escrito que el día terminó «sin incidentes». A mis hijos les encanta esta historia, e imaginan que en lo más profundo de la selva de Uganda hay un chimpancé que lleva mis gafas y anima al equipo de béisbol de Boston.

[460] Los datos conjuntos de numerosos hábitats de chimpancés demuestran que este no es un comportamiento aberrante causado por la presencia humana. Michael L. Wilson *et al.*, «Lethal Aggression in *Pan* Is Better Explained by Adaptive Strategies Than Human Impacts», *Nature,* 513 (2014), pp. 414-417. Sarah Hrdy ofrece la que quizá sea la mejor analogía para explicar que los humanos son más tolerantes que los chimpancés. Tras señalar que 1.600 millones de seres humanos viajan cada año en avión, propone a los lectores un experimento mental: «¿Qué pasaría si fuéramos en un avión lleno de chimpancés? Cualquiera de nosotros tendría suerte si desembarcaba con los diez dedos de las manos y de los pies todavía intactos, y con su bebé aún respirando y sin haber quedado lisiado. Los pasillos estarían llenos de lóbulos de orejas y otros apéndices ensangrentados». Sarah Blaffer Hrdy, *Mothers and Others: The Evolutionary Origins of Mutual Understanding,* Cambridge (Massachusetts): Belknap Press, 2011, p. 3.

[461] Sobre la ingesta de carne, primates incluidos, véase Martin Surbeck y Gottfried Hohmann, «Primate Hunting by Bonobos at LuiKotale, Salonga National Park», *Current Biology,* vol. 18 , n.º 19 (2008), R906-R907. Con respecto a las coaliciones de hembras, véase Nahoko Tokuyama y Takeshi Furuichi, «Do Friends Help Each Other? Pattern of Female Coalition Formation in Wild Bonobos at Wamba», *Animal Behavior,* 119 (2016), pp. 27-35.

[462] Wrangham, *The Goodness Paradox*, p. 6.

[463] Matthias Meyer *et al.*, «Nuclear DNA Sequences from the Middle Pleistocene Sima de los Huesos Hominins», *Nature,* 531 (2016), pp. 504-507.

[464] Ana Gracia *et al.*, «Craniosynostosis in the Middle Pleistocene Human Cranium 14 from the Sima de los Huesos, Atapuerca, Spain», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 106, n.º 16 (2009), pp. 6.573-6.578.

[465] Nohemi Sala *et al.*, «Lethal Interpersonal Violence in the Middle Pleistocene»,

PLOS ONE, vol. 10 , n.º 5 (2015), e0126589.

[466] Christoph P. E. Zollikofer, Marcia S. Ponce de León, Bernard Vandermeersch y François Lévêque, «Evidence for Interpersonal Violence in the St. Césaire Neanderthal», *Proceedings of the National Academy of Sciences,* vol. 99, n.º 9 (2002), pp. 6.444-6.448.

[467] Véase Marie-Antoinette de Lumley (ed.), *Les restes humains fossiles de la grotte du Lazaret*, París: CNRS, 2018.

[468] Xiu-Jie Wu, Lynne A. Schepartz, Wu Liu y Erik Trinkaus, «Antemortem Trauma and Survival in the Late Middle Pleistocene Human Cranium from Maba, South China», *Proceedings of the National Academy of Sciences,* vol. 108, n.º 49 (2011), pp. 19.558-19.562.

[469] Lo cual nos lleva a la cuestión de la guerra humana. Hasta ahora, sin embargo, no hemos encontrado nada en los registros fósiles que haga pensar que nuestros antepasados homininos participaron en conflictos a gran escala. Es posible que la guerra no surgiera hasta que algunos grupos de *Homo sapiens* abandonaron la vida de cazadores-recolectores y se asentaron en comunidades permanentes, primero para criar ganado y luego para cultivar la tierra. Al parecer, los pastos bien regados y el suelo fértil se convirtieron en algo por lo que merecía la pena luchar. Puede verse un resumen actualizado de esta investigación en Nam C. Kim y Marc Kissel, *Emergent Warfare in Our Evolutionary Past,* Nueva York: Routledge, 2018. La prueba más antigua encontrada hasta ahora de violencia humana a gran escala —los restos óseos de una antigua matanza hallados en Nataruk, a orillas del lago Turkana, en Kenia— fue descubierta en 2016 por la paleoantropóloga Marta Mirazón Lahr, de la Universidad de Cambridge, que desenterró los esqueletos de diez personas a las que hace diez mil años alguien ató, apuñaló y golpeó hasta la muerte. Véase Marta Mirazón Lahr *et al.*, «Inter-Group Violence Among Early Holocene Hunter-Gatherers of West Turkana, Kenya», *Nature,* 529 (2016), pp. 394-398. El yacimiento de Yebel Sahaba, en Sudán, también se menciona como la evidencia de guerra más antigua. Véase Fred Wendorf, *Prehistory of Nubia*, Dallas: Southern Methodist University Press, 1968.

[470] Wrangham diferencia entre agresión reactiva y proactiva. Véase Richard Wrangham, «Two Types of Aggression in Human Evolution», *Proceedings of the National Academy of Sciences,* vol. 115, n.º 2 (2018), pp. 245-253. Wrangham, *The Goodness Paradox*.

[471] Para profundizar más en este tema, véase Christakis, *Blueprint*; Wrangham, *The Goodness Paradox*; Sapolsky, *Behave*; Hare y Woods, *Survival of the Friendliest*; además de Steven Pinker, *The Better Angels of Our Nature: Why Violence Has Declined,* Nueva York: Penguin Group, 2015 [trad. cast.: *Los ángeles que llevamos dentro. El declive de la violencia y sus implicaciones*, Barcelona: Paidós, 2018]. Para saber más sobre el papel de la cooperación en la evolución en general, véase Ken Weiss y Anne Buchanan, *The Mermaid's Tale: Four Billion Years of Cooperation in the Making of Living Things*, Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press, 2009.

[472] Sapolsky, *Behave*, p. 44.

[473] Esto me recuerda a una conocida frase del presentador estadounidense Fred Rogers: «Cuando era niño y veía cosas aterradoras en las noticias, mi madre me decía: "Fíjate en los que ayudan. Siempre encontrarás gente dispuesta a ayudar"».

[474] El hueso se describe en Donald C. Johanson *et al.*, «Morphology of the Pliocene Partial Hominid Skeleton (A.L. 288-1) from the Hadar Formation, Ethiopia», *American Journal of Physical Anthropology,* vol. 57, n.º 4 (1982), pp. 403-451. Las posibles causas se han deducido con la ayuda de Vincent Memoli, patólogo del Hospital Médico Dartmouth Hitchcock de Lebanon, Nuevo Hampshire.

[475] Della Collins Cook, Jane E. Buikstra, C. Jean DeRousseau y Donald C. Johanson, «Vertebral Pathology in the Afar Australopithecines», *American Journal of Physical Anthropology,* vol. 60, n.º 1 (1983), pp. 83-101. La enfermedad de Scheuermann puede tratarse en la infancia y no tiene por qué ser debilitante. De hecho, dos deportistas profesionales de nuestra época tienen Scheuermann: el jugador de *hockey* canadiense Milan Lucic y el jugador de béisbol estadounidense Hunter Pence.

[476] Jeremy M. DeSilva, Natalie M. Laudicina, Karen R. Rosenberg y Wenda R. Trevathan, «Neonatal Shoulder Width Suggests a Semirotational, Oblique Birth Mechanism in *Australopithecus afarensis*», *Anatomical Record,* vol. 300, n.º 5 (2017), pp. 890-899.

[477] Karen Rosenberg y Wenda Trevathan, «Birth, Obstetrics, and Human Evolution», *British Journal of Obstetrics and Gynaecology,* vol. 109, n.º 11 (2002), pp. 1.199-1.206.

[478] Elisa Demuru, Pier Francesco Ferrari y Elisabetta Palagi, «Is Birth Attendance a Uniquely Human Feature? New Evidence Suggests That Bonobo Females Protect and Support the Parturient», *Evolution and Human Behavior,* vol. 39, n.º 5 (2018), pp. 502-510. Pamela Heidi Douglas, «Female Sociality During the Daytime Birth of a Wild Bonobo at Luikotale, Democratic Republic of Congo», *Primates,* 55 (2014), pp. 533-542. Aunque Brian Hare, que ha estudiado a los bonobos en el santuario Lola Ya Bonobo de Kinsasa, me advirtió de que las hembras se entusiasmaban en exceso y de que eso puede producir resultados no deseables. Me escribió diciendo que a veces «las hembras roban a los bebés y no los devuelven», aunque también señalaba que esa no es una situación que se produzca en la naturaleza, donde el parentesco sería más estrecho.

[479] El profesor de Robótica Jonathan Hurst afirmaba en una charla TED que los robots y los exoesqueletos robóticos acabarán haciendo que las sillas de ruedas sean cosa del pasado. Decía Hurst: «Las sillas de ruedas van a ser un anacronismo de la historia». La prótesis más antigua que se conoce es un dedo de pie de madera y cuero de tres mil años de antigüedad procedente de Egipto. Uno de los *Vedas*, los textos sagrados hindúes datados entre 1100 y 1700 a. C., relata la historia de Viśpálā, una reina guerrera que pierde una pierna en la batalla y a la que se le coloca una prótesis de hierro. Pero la empatía llegó mucho antes del ingenio necesario para fabricar prótesis de extremidades. Véase Jacqueline Finch, «The Ancient Origins of Prosthetic Medicine», *The Lancet,* vol.

377, n.º 9.765 (2011), pp. 548-549.

[480] Frans de Waal, «Monkey See, Monkey Do, Monkey Connect», *Discover*, 18 de noviembre de 2009. Véase también Frans de Waal, *Age of Empathy: Nature's Lessons for a Kinder Society,* Nueva York: Broadway Books, 2010 [trad. cast.: *La edad de la empatía. ¿Somos altruistas por naturaleza?*, Barcelona: Tusquets, 2022].

[481] Darwin, *The Descent of Man*, p. 156 [trad. cast.: *El origen del hombre y la selección en relación al sexo*, Madrid: Los Libros de la Catarata, 2020].

[482] Esta cita está por todo internet, pero sigue sin estar respaldada por una fuente fiable, y William J. Helmer, autor de *The Wisdom of Al Capone*, la califica de «cuando menos dudosa» en su sitio web: www.myalcaponemuseum.com.

[483] La frase completa es: «Nunca confundas mi silencio con ignorancia, mi serenidad con aprobación o mi amabilidad con debilidad. La compasión y la tolerancia no son un signo de debilidad, sino de fuerza». Una vez más, sin embargo, la cita carece de fuentes fiables que la respalden, y podría ser apócrifa.

[484] De Waal, *Age of Empathy*, p. 159.

[485] Roger Fouts y Stephen Tukel Mills, *Next of Kin: My Conversations with Chimpanzees,* Nueva York: Avon Books, 1997, pp. 179-180. La historia sobre el rescate de la gorila procede de «20 Years Ago Today: Brookfield Zoo Gorilla Helps Boy Who Fell into Habitat», *Chicago Tribune,* 16 de agosto de 2016, https://www.chicagotribune.com/news/ct-gorilla-saves-boy-brookfield-zoo-anniversary-20160815-story.html [tinyurl.com/y8hh7kun]. La del orangután, de Emma Reynolds, «This Orangutan Saw a Man Wading in Snake-Infested Water and Decided to Offer a Helping Hand», CNN, 7 de febrero de 2020, https://www.cnn.com/2020/02/07/asia/orangutan-borneo-intl-scli/index.html [tinyurl.com/4f9mcptv]. Una interpretación más cínica sería que el orangután simplemente tendía la mano para pedir comida; pero como el hombre no llevaba comida encima, parece poco probable. Para más información sobre el comportamiento de los bonobos, véanse Vanessa Woods, *Bonobo Handshake,* Nueva York: Gotham, 2010, y las fuentes citadas por la autora.

[486] American Museum of Natural History, «Human Evolution and Why It Matters: A Conversation with Leakey and Johanson», 9 de mayo de 2011, https://www.youtube.com/watch?v=pBZ8o-lmAsg [tinyurl.com/2pddep7t]. Una vez le preguntaron a Margaret Mead cuál era la evidencia más antigua de civilización. Su respuesta fue: «Un fémur curado». Ira Byock, *The Best Care Possible: A Physician's Quest to Transform Care Through End of Life,* Nueva York: Avery, 2012.

[487] *Contact*, dirigida por Robert Zemeckis, 1997. En el libro homónimo (Nueva York: Simon & Schuster, 1985), Sagan escribió: «Hay muchas cosas ahí: sentimientos, recuerdos, instintos, conductas adquiridas, percepciones, rasgos de locura, sueños, amores… El amor es muy importante. Sois una interesante mezcla» [trad. cast.: *Contacto*, Barcelona: Nova, 2023]. El guion del filme lo escribieron Michael Goldenberg y James V. Hart.

Agradecimientos

Este libro no habría podido escribirse sin el apoyo de mis bípedos favoritos del mundo. Ben y Josie: gracias por vuestra paciencia, humor, amor y consejos mientras vuestro papá andaba ocupado escribiendo su libro. Seguid vuestro propio camino, pero estad siempre ahí el uno para el otro. Y que los pasos que deis os lleven a la felicidad y a un mundo más justo. Y a Erin: siempre has creído en mí y me has dado ánimo. No puedo imaginar mejor compañera que tú para caminar por esta vida.

Tengo la suerte de contar con una cariñosa familia que me ha alentado a lo largo de este proceso. Gracias, Rich, Mel, Deana, Chris, mamá, tías Ginny y Mary, Kittie, Dadou, Patricia, Mikaila, Mike, Lorrie, Adam, Ashley, Alex, Lillian, Jake, Ella, Anthony, Ian, Jameson y Wyatt. Y gracias a mi cuadrúpedo favorito, Luna, por dar largos paseos conmigo mientras me esforzaba en escribir.

Cuando estaba en sexto de primaria, me metí en un lío con mi profesor, y mi castigo fue transcribir mi libro de texto palabra por palabra en papel rayado amarillo. En general, mi padre estaba de acuerdo en que había que disciplinar a los niños que se portaban mal, pero se puso fuera de sí cuando le expliqué la sanción que me habían impuesto. Llamó a la escuela y exigió que me pusieran un castigo distinto: para él, escribir no era un castigo, sino un regalo. Y tiene razón. Gracias, papá, por leer cada línea de este libro —varias veces— y por ayudarme a encontrar mi propia voz con tus numerosas y útiles correcciones. Hablar de escritura y ciencia contigo ha sido una de mis partes favoritas de la redacción de este libro.

Mi agente, Esmond Harmsworth, de Aevitas, creyó en el libro mucho antes

que yo. Gracias por quedar conmigo para comer en la universidad, y por tu orientación y sabiduría. Las integrantes del equipo de Aevitas, Chelsey Heller, Erin Files, Sarah Levitt, Shenel Ekici-Moling y Maggie Cooper, son extraordinariamente buenas en su trabajo. Ha sido un placer trabajar con ellas.

Gracias a Gail Winston, mi cualificada y brillante editora en HarperCollins, Alicia Tan, Sarah Haugen, Becca Putman, Nicholas Davies y todo el equipo de HarperCollins por hacer de esta una agradable experiencia en cada etapa del proceso. Espero que esto sea solo el principio. Agradezco a Fred Wiemer su experta y minuciosa corrección del texto.

Todo lo que soy y todo lo que hago como científico y divulgador se lo debo a Lucy Kirshner y Laura MacLatchy. Lucy, tú ocupas la intersección central de un diagrama de Venn que incluye la ciencia, la alfabetización científica, la formación museística, Laetoli, África, Ann Arbor, Acton y muchos otros lugares e ideas que han conformado lo que soy. Laura, no podría haber pedido mejor consejera en la ciencia y en la vida; gracias por apostar por mí en 2003 y por tu constante orientación y amistad.

Doy las gracias a los numerosos científicos, escritores, profesores y académicos que tuvieron la gentileza de dedicar tiempo a hablar conmigo sobre su trabajo: Karen Adolph, Zeray Alemseged, Hutan Ashrafian, Kay Behrensmeyer, Riley Black, Madelaine Böhme, Greg Bratman, Michel Brunet, Chris Campisano, Susana Carvalho, Rama Chellappa, Habiba Chirchir, Zach Cofran, Omar Costilla-Reyes, Elisa Demuru, Todd Disotell, Holly Dunsworth, Kirk Erickson, Dean Falk, Simone Gill, Yohannes Haile-Selassie, Carina Hahn, Shaun Halovic, Will Harcourt-Smith, Sonya Harmand, Katerina Harvati, Paul Hecht, Amanda Henry, Kim Hill, Ken Holt, Jonathan Hurst, Christine Janis, Stephen King, John Kingston, Bruce Latimer, I-Min Lee, Sally Le Page, Dan Lieberman, Paige Madison, Antonia Malchik, Ellie McNutt, Anne McTiernan, Fredrick Manthi, Stephanie Melillo, Joann Montepare, Steven Moore, W. Scott Pearson, Bente Klarlund Pedersen, Martin Pickford, Herman Pontzer, Stephany Potze, Lydia Pyne, Dave Raichlen, Phil Ridges, Tim Ryan, Brigitte Senut, Liza Shapiro, Sandra Shefelbine, Scott Simpson, Tanya Smith, Michael Stern, Ian Tattersall, Randall Thompson, Erik Trinkaus, Peg van Andel, Michelle Voss, Cara Wall-Scheffler, Carol Ward, Anna Warrener, Jacqueline Wernimont, Jennifer Weuve, Katherine Whitcome, Bernard Wood, Lindsay Zanno, Bern Zipfel y Ari Zivotofsky. Pido disculpas si por error he olvidado a alguien.

Vaya un agradecimiento especial a los colegas que me abrieron sus laboratorios, yacimientos, quirófanos y zoológicos: Karen Adolph, Madelaine Böhme, Omar Costilla-Reyes, Todd Disotell, Paul Hecht, Jonathan Hurst,

Nathaniel Kitchel, Charles Musiba, Martin Pickford, Phil Ridges, Michael Stern, Cara Wall-Scheffler y Lindsay Zanno. Me siento especialmente agradecido con mis colegas Bern Zipfel, Lee Berger, Charles Musiba y Yohannes Haile-Selassie: vuestro trabajo me sirve de inspiración, y vuestra amistad aún significa más para mí. Gracias a aquellos de mis amigos, colegas y familiares que leyeron extensas partes del libro y contribuyeron a mejorar su exactitud y legibilidad: Nathaniel Kitchel, Simone Gill, Karen Adolph, Dave Raichlen, Brian Hare, Scott Simpson, Blaine Maley, Shirley Rubin, Melanie DeSilva, Paul Hecht, Adam van Arsdale, Cara Wall-Scheffler y Lindsay Zanno.

Tengo la fortuna de contar con colegas brillantes, atentos y comprensivos en el Departamento de Antropología del Dartmouth College. Doy especialmente las gracias a Nate Dominy y Zane Thayer por formular siempre las preguntas apropiadas y por inspirarme con su implacable curiosidad por el mundo. Este libro adoptó su forma inicial gracias a la ayuda del talentoso equipo de Learning Design de Dartmouth y al desarrollo del curso *online* «Bipedalism: The Science of Upright Walking». Vaya también un agradecimiento especial a Adam Nemeroff, Sawyer Broadley, Josh Kim y Mike Goudzwaard.

Me siento especialmente agradecido con mis alumnos por las observaciones y preguntas que me obligan a mantenerme constantemente centrado. Son demasiados para enumerarlos aquí, pero muchas de las ideas de este libro proceden de conversaciones que he mantenido con estudiantes a los que he dado clase en la Universidad Estatal de Worcester, la Universidad de Boston y el Dartmouth College. Mis alumnos de posgrado e investigadores universitarios antiguos y actuales no dejan de cuestionar mis ideas con ojos nuevos y brillantes intuiciones. Muchas gracias a Ellie McNutt, Kate Miller, Luke Fannin, Anjali Prabhat, Sharon Kuo, Eve Boyle, Zane Swanson, Corey Gill, Jeanelle Uy y Amey Y. Zhang.

Por último, vaya un agradecimiento especial a Alex Claxton. En un libro que habla de arcosaurios, homininos, mamíferos primitivos y *Andrewsarchus*, no hay nadie mejor capacitado ni informado que él para verificar los datos mencionados en estas páginas. Me asombran tu amplitud de conocimientos y tu inagotable curiosidad, y estoy impaciente por leer *tu* primer libro.

Pese a lo mucho que me he esforzado por presentar un panorama lo más exacto posible de nuestro conocimiento actual de la evolución bípeda y de las numerosas consecuencias de que los humanos nos desplacemos sobre dos piernas, sin duda en estas páginas se habrán deslizado errores. Todos y cada uno de ellos son de mi exclusiva responsabilidad.

Índice

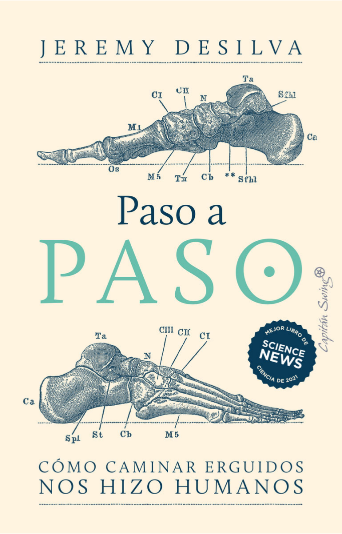
Portada
Jeremy DeSilva
Nota del autor
Introducción
Parte I. El origen de la marcha erguida
- 01. Cómo caminamos
- 02. El tiranosaurio, el Carnicero de Carolina y los primeros bípedos
- 03. «Así fue como los humanos adoptaron la postura erguida» y otros relatos fantásticos sobre la bipedación
- 04. Los antepasados de Lucy
- 05. Ardi y los dioses fluviales

Parte II. Devenir humanos
- 06. Pisadas ancestrales
- 07. Hay muchas formas de andar una legua
- 08. Homininos en marcha
- 09. Migración a la Tierra Media

Parte III. El camino de la vida
- 10. Pasitos de bebé
- 11. Bipedación y parto
- 12. Las diferencias en la forma de andar y su significado
- 13. Las mioquinas y el coste de la inmovilidad
- 14. Por qué caminar nos ayuda a pensar
- 15. De patas de avestruz y prótesis de rodilla

Conclusión. El simio empático
Agradecimientos
Sobre este libro
Sobre Jeremy DeSilva
Créditos

Paso a paso



El ser humano es el único mamífero que camina sobre dos patas en lugar de cuatro, una locomoción conocida como bipedismo. Nos esforzamos por ser ciudadanos íntegros, honramos a quienes se mantienen erguidos y orgullosos y nos oponemos a las injusticias. Seguimos los pasos de los demás y celebramos que un niño empiece a andar. Pero, ¿por qué y cómo, exactamente, dimos nuestros primeros pasos? ¿Y a qué precio? El bipedismo tiene sus inconvenientes: dar a luz es más difícil y peligroso; nuestra velocidad al correr es mucho menor que la de otros animales; y sufrimos diversas dolencias, desde hernias a problemas de sinusitis.

En *Paso a paso*, el paleoantropólogo Jeremy DeSilva explora lo inusual y extraordinario de esta capacidad aparentemente ordinaria. En un viaje de siete millones de años a los orígenes mismos del linaje humano, *Paso a paso* muestra cómo la marcha erguida fue una puerta de entrada a muchos de los demás atributos que nos hacen humanos -desde nuestras capacidades tecnológicas, nuestra sed de exploración, nuestro uso del lenguaje- y puede haber sentado las bases de los rasgos de compasión, empatía y altruismo de nuestra especie. Desde los laboratorios de psicología del desarrollo hasta los antiguos yacimientos fósiles de África y Eurasia, DeSilva da vida a nuestra aventura de caminar sobre dos piernas.

Profundizando en la historia de nuestro pasado y en los nuevos descubrimientos que reescriben nuestra comprensión de la evolución humana, *Paso a paso* examina cómo caminar erguidos nos ayudó a elevarnos por encima de todas las demás especies del planeta.

"DeSilva es un compañero genial en este paseo por los profundos orígenes de la marcha".- ***New York Times Book Review***

“Antropología popular accesible y valiosa”. - ***Kirkus review***

"DeSilva nos lleva en un paseo brillante, divertido y científicamente profundo a través de la historia, la anatomía y la evolución"- **Agustín Fuentes, catedrático de Antropología de la Universidad de Princeton**

Jeremy DeSilva. Antropólogo del Dartmouth College. Forma parte del equipo de investigación que descubrió y describió a dos antiguos miembros de la familia humana: Australopithecus sediba y Homo naledi. Ha estudiado chimpancés salvajes en Uganda occidental y fósiles humanos primitivos en museos de África oriental y meridional. De 1998 a 2003 trabajó como educador en el Museo de Ciencias de Boston. Sigue siendo un apasionado de la educación científica y viaja por toda Nueva Inglaterra dando conferencias sobre la evolución humana. Es morfólogo funcional, interesado en reconstruir los hábitos locomotores de los primeros simios y los primeros antepasados humanos (homininos). Su especialidad anatómica es la evolución del pie y el tobillo humanos, y ha contribuido al actual debate sobre la locomoción de los australopitecos. Su especialización anatómica -el pie y el tobillo humanos- ha contribuido a nuestra comprensión de los orígenes y la evolución de la marcha erguida en el linaje humano.

Título original: *First Steps: How Upright Walking Made Us Human* (2024)

© Del libro: Jeremy DeSilva
© De la traducción: Francisco J. Ramos Mena
Edición en ebook: noviembre de 2024

© Capitán Swing Libros, S. L.
c/ Rafael Finat 58, 2º 4 - 28044 Madrid
Tlf: (+34) 630 022 531
28044 Madrid (España)
contacto@capitanswing.com
www.capitanswing.com

ISBN: 978-84-128786-9-1

Diseño de colección: Filo Estudio - www.filoestudio.com
Corrección ortotipográfica: Victoria Parra Ortiz
Composición digital: leerendigital.com

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.